This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

TL
505
.I45
1898

Meteorologischer Landesdienst von Elsass-Lothringen.

PROTOKOLL

412172

über die

vom

31. MÄRZ BIS 4. APRIL 1898

zu

STRASSBURG i. E.

abgehaltene erste Versammlung

der

INTERNATIONALEN
AËRONAUTISCHEN COMMISSION.

LIBRARY OF CONGRESS

STRASSBURG.
Druck von M. DuMont-Schauberg.
1898.

THE LIBRARY OF CONGRESS
1800

Class TL505
Book .T4
1895

Meteorologischer Landesdienst von Elsass-Lothringen.

VERHANDLUNGEN

DER

INTERNATIONALEN AËRONAUTISCHEN KOMMISSION.

RAPPORT

DE LA

COMMISSION INTERNATIONALE AÉRONAUTIQUE.

International aerological commission.
1st meeting, Strassburg, 1898.

Alsace-Lorraine. Meteorologischer Landesdienst von Elsass-Lothringen.

PROTOKOLL

ÜBER DIE

VOM

31. MÄRZ BIS 4. APRIL 1898

ZU

STRASSBURG i. E.

ABGEHALTENE ERSTE VERSAMMLUNG

DER

INTERNATIONALEN AËRONAUTISCHEN COMMISSION.

STRASSBURG.
Druck von M. DuMont-Schauberg.
1898.

RAPPORT

DE LA

COMMISSION INTERNATIONALE AÉRONAUTIQUE.

RÉUNION DE STRASBOURG

DU

31 MARS — 4 AVRIL 1898.

STRASBOURG.
Imprimerie M. DuMont-Schauberg.
1898.

TL505
.I45
1898

Nachdruck verboten.

Vorwort.

Im Nachfolgenden beehre ich mich, die Verhandlungen der ersten Konferenz der internationalen aëronautischen Kommission der Oeffentlichkeit zu übergeben. Der Druck hat in Folge verschiedener Umstände einige Verzögerung erlitten, sodass diese Veröffentlichungen erst einige Monate nach dem Zusammentreten der Konferenz erscheinen können. Das verspätete Erscheinen, das einmal durch die Zweisprachigkeit der gepflogenen Verhandlungen, dann aber auch durch den Umstand bewirkt wurde, dass den einzelnen Kommissionsmitgliedern die Druckbogen zur Korrektur und Einsicht zugesandt werden mussten, wodurch viel Zeit verloren wurde, hat anderseits zur Folge gehabt, dass in die Anlage einzelne werthvolle Beiträge aufgenommen werden konnten, die gewiss für die wissenschaftliche Aëronautik von Interesse sein werden.

Bei der Drucklegung und Korrektur hat sich der Assistent am meteorologischen Landesdienst, Dr. Rubel, grosse Verdienste erworben, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen besten Dank ausspreche.

Ich schliesse mit dem Wunsche, dass die Verhandlungen der Konferenz der internationalen aëronautischen Kommission bei ihrer weiteren Thätigkeit von Nutzen sein mögen.

H. Hergesell.

Inhalts-Verzeichniss. — Table des matières.

		Seite
1.	**Sitzungs-Berichte der Conferenz**	1— 35
2.	**Rapport de la conférence**	37— 69
3.	**Anhang — Annexes**	71—138
I.	Auszug aus einem Briefe des Hrn. Hann an Hrn. Hergesell	72— 74
II.	Schreiben der deutschen Seewarte	74— 75
III.	Schreiben des Wetter-Bureau in Washington	75— 77
IV.	Schreiben des Hrn. Hazen in Washington	77— 81
V.	Schreiben des Kaiserl. u. Königl. Reichs-Kriegs-Ministeriums in Wien	81— 82
VI.	Schreiben des Wiener Flugtechnischen Vereins	82
VII.	Schreiben der belgischen astronomischen Gesellschaft in Brüssel	82— 83
VIII.	Schreiben der Kaiserl. und Königl. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien	83
IX.	Teisserenc de Bort: Examen critique des méthodes employées dans les ascensions scientifiques pour la détermination de l'altitude et de la température	84— 92
X.	Hergesell: Theoretische u. experimentelle Untersuchungen über das Verhalten von Thermometern, insbesondere solcher, die schnell wechselnden Temperaturen ausgesetzt sind	93—103
XI.	Erk: Versuch zur Prüfung registrirender Thermometer bei tiefen Temperaturen	103—109
XII.	Erk: Ermittelung der Korrektionen eines Registriraneroids für Ballonbeobachtungen	109—110
XIII.	Hermite et Besançon: Résumé du mémoire de MM. Hermite et Besançon sur les améliorations à introduire dans l'équipement et la manoeuvre des ballons-sondes	110—112
XIV.	Teisserenc de Bort: Nouveau thermomètre à lames métalliques pour l'usage du ballon-sonde	112—113
XV.	Hergesell: Beschreibung zweier empfindlichen Thermometer	113—114
XVI.	Rykatchew: Nouveau anémographe pour les cerfs-volants	114—116

Seite

XVII. Rykatchew: Nouveau ventilateur pour les instruments du ballon-sonde . . . . . 115 und 117—118

XVIII. Rotch, Rapport sur les moyens employés au «Blue Hill Observatory» (Mass. Etats-Unis) pour obtenir les observations météorologiques avec des cerfs-volants . . . . 119—121

XIX. Assmann: Anleitung zur Ausführung von Beobachtungen mittels des Aspirations-Psychrometers bei wissenschaftlichen Ballonfahrten . . . . . 122—126

XX. Teisserenc de Bort: Sur le calcul des hauteurs des ballons par le baromètre . . . . . 127—131

XXI. Hergesell: Die barometrische Höhenformel in ihrer Anwendung auf Ballonbeobachtungen . . . . . 131—138

Zu der Konferenz waren vom Präsidenten der internationalen aëronautischen Kommission eingeladen worden die Mitglieder: Assmann, Berson, Berlin; Rotch, Boston; Erk, München; Angot, Besançon, Bouquet de la Grye, Cailletet, de Fonvielle, Hermite, Jaubert, Paris; Kowanko, Pomortzeff, Rykatchew, St. Petersburg.

Ausserdem hatten Einladungen erhalten:

1. Die Mitglieder des internationalen meteorologischen Komités: Die Herren v. Bezold, Preussen; Billwiller, Schweiz; de Brito-Capello, Portugal; Davis, Argentinische Republik; Eliot, Indien; Hann, Oesterreich; Hepites, Rumänien; Hildebrandsson, Schweden; Mascart, Frankreich; Mohn, Norwegen; Moore, Vereinigte Staaten von Nord-Amerika; Paulsen, Dänemark; Russell, Neu-Süd-Wales, Australien; Rykatchew, Russland; Scott, England; Snellen, Holland; Tacchini, Italien.

2. Folgende Herren: Hauptmann v. Parseval, Riedinger, Augsburg; Riggenbach, Basel; Hauptmann Gross, Güssfeld, Major Klussmann, Premierlieutenant v. Siegsfeld, Berlin; Glaisher, Croyden; van Bebber, Köppen, Neumayer, Hamburg; Schultheiss, Karlsruhe; Schiaparelli, Mailand; Major Brug, Finsterwalder, Hauptmann Freiherr v. Guttenberg, Linde, Vogel, München; Renard, Teisserenc de Bort, Violle, Paris; Odone, Pavia; Woeikoff, St. Petersburg; Becker, Braun, Gerland, Hildebrandt, Moedebeck, Mönnichs, Reye, Rubel, Strassburg; August Schmidt, Graf v. Zeppelin, Stuttgart; Boltzmann, Oberlieutenant Hinterstoisser, Pernter, Ritter v. Stach, Trabert, Wien; Billwiller, Heim, Spelterini, Zürich.

Programm

für die

internationale aëronautische Conferenz.

I.

Besprechung der 4 ersten internationalen Auffahrten.)*

1. Leistungen der bisher bei den Ballonfahrten benutzten Instrumente. (Barometer, Thermometer, Uhren u. s. w.)

2. Erörterungen über die technische Ausrüstung der Ballons und der Umstände, die ihren Flug bestimmen. (Konstruktion, Füllung, Auflassen der Ballons u. s. w.)

3. Besprechung der meteorologischen Ergebnisse, welche die bisherigen internationalen Fahrten geliefert haben.

Die Herren Berichterstatter der verschiedenen Beobachtungszentren sind gebeten, an dieser Stelle ihre Spezialberichte zu geben.

II.

Organisation und Ausrüstung der zukünftigen aëronautischen Experimente.)*

1. Instrumentelle Ausrüstung der Ballons.
   a) Instrumente und Methoden, um die Höhe der Ballons zu bestimmen. (Barometer, photographische Methode des Hrn. Cailletet, geodätische Methoden u. s. w.)
   b) Instrumente, die dazu dienen, die meteorologischen Verhältnisse festzulegen. (Thermometer u. s. w.)
   c) Instrumente zu andern physikalischen Untersuchungen (Zusammensetzung der Luft, Sonnenstrahlung, atmosphärische Elektricität u. s. w.)

*) Bei der Erörterung wird die Ausrüstung der unbemannten und bemannten Ballons streng auseinanderzuhalten sein.

d) Erörterung über die Methoden, die anzuwenden sind, um die Instrumente vorher unter denselben Verhältnissen zu prüfen, denen sie später während der Fahrt ausgesetzt sind.

2. Organisation der zukünftigen internationalen Ballonfahrten.

a) Wie sind die Aufstiegstationen zu wählen, wie setzen sich dieselben miteinander in Verbindung und nach welchen Grundsätzen sind die Aufstiege auszustatten?

b) Nach welchen Grundsätzen sind die internationalen Aufstiege zeitlich zu veranstalten, wie sind die Abfahrzeiten der verschiedenen Ballonarten einzurichten?

c) Es erscheint nützlich, die Beobachtungen der Bergstationen, und besonders, wenn solche vorhanden, diejenigen der Drachen- oder Drachenballonstationen zur gleichzeitigen Erforschung der unteren Schichten der Atmosphäre heranzuziehen.

d) In welcher Weise sind die meteorologischen Stationen der Erdoberfläche, deren Beobachtungen bei den internationalen Experimenten benutzt werden sollen, auszuwählen.

e) Allgemeine Regeln für das Wiederauffinden und Bergen der Registrirballons.

Es dürfte sich empfehlen, das Bergen der Ballons dadurch zu erleichtern, dass die einzelnen Kommissionsmitglieder, in deren Gebiet der Ballon niedergeht, sich verpflichten, den Ballon und die Instrumente zu sichern.

III.

Besprechung der Versuche, die bis jetzt gemacht sind, um in der freien Atmosphäre permanente meteorologische Stationen einzurichten.

1. Gebrauch der Drachen für wissenschaftliche Beobachtungen. Herr Rotch wird die Güte haben, über diesen Gegenstand zu berichten.

2. In welcher Weise kann man den von den Herren v. Parseval und v. Siegsfeld erfundenen Drachenballon den meteorologischen Forschungen dienstbar machen?

Ein von Herrn Riedinger konstruirter und zur Verfügung gestellter Drachenballon, der von dem Strassburger meteorologischen Institut mit Instrumenten ausgerüstet ist, wird der Kommission durch Herrn Hauptmann Moedebeck und Herrn Hergesell in Thätigkeit vorgeführt werden.

3. Erörterung der allgemeinen Fragen, die zu diesem Gegenstand gehören; es dürfte von Werth sein, zu betonen, dass die Errichtung von freien Stationen in der Atmosphäre für die Meteorologie von grossem Werth ist, auch wenn dieselben sich nicht in sehr grosser Höhe befinden und nicht permanent beobachten können.

Erste Sitzung am 31. März 1898.

Anwesend neben den Ehrengästen:

Freiherr von Freyberg, Bezirkspräsident von Unterelsass;
Seine Excellenz von Jena, General der Infanterie, Gouverneur von Strassburg;
Dr. von Schlumberger, Präsident des Landesausschusses;
Seine Excellenz der Unterstaatssekretär von Schraut;
Seine Magnificenz der Rektor der Universität Prof. Dr. Windelband;
die Herren: Assmann, Berson, Braun, Cailletet, Erk, Fievez, de Fonvielle, Gerland, Freiherr von Guttenberg, Heim, Hergesell, Hildebrandt, Hinterstoisser, Klussmann, Moedebeck, Mönnichs, Riedinger, Rotch, Rubel, Schmidt, Spelterini, Tacchini, Teisserenc de Bort, Vogel, Graf von Zeppelin.

Die Sitzung wurde um 10¼ Uhr Vormittags unter dem Vorsitze des Herrn Hergesell eröffnet.

Nach einigen Begrüssungsworten gibt der Präsident das Wort Seiner Excellenz dem Herrn Unterstaatssekretär von Schraut. Derselbe hält folgende Ansprache:

«Geehrte Herren! Namens der Regierung gestatte ich mir die internationale aëronautische Kommission willkommen zu heissen. Es gereicht uns zur besonderen Freude, so ausgezeichnete Männer, deren Thätigkeit einer so wichtigen Aufgabe gewidmet ist, hier begrüssen zu können. Durch Ihre Thätigkeit ist ein ganz neuer Forschungszweig der Meteorologie, oder besser der Physik der Atmosphäre geschaffen worden. Bisher war die Meteorologie an die Erdoberfläche gebunden und konnte daher auch nur die Ver-

hältnisse der untersten Luftschichten erforschen. So zahlreich und wichtig auch die Resultate sind, die sich aus diesen Beobachtungen ergeben haben, die Erfahrungen wiesen darauf hin, dass man die physikalischen Bedingungen der höheren und höchsten Schichten der Luft erforschen müsse. So entwickelte sich die wissenschaftliche Luftschiffahrt. Erheblich sind schon die Leistungen der unbemannten Hochfahrten, deren Erfindung und Ausführung bis zur Höhe von 15 km und mehr zunächst französischen Gelehrten zu danken ist. Erheblich sind die Leistungen der bemannten Hochfahrten, die mit besonderer Vorliebe in Russland und Deutschland gepflegt sind. Sehr dankenswerth sind insbesondere die bisherigen Leistungen Ihrer Kommission: die Ausführung von 4 internationalen Simultanfahrten mit bemannten und unbemannten Ballons. Die hierbei gewonnenen Resultate und Erfahrungen sollen nunmehr auf Ihrer Konferenz erörtert werden, neue Instrumente sollen an der Hand der gewonnenen Kenntnisse konstruirt, zukünftige Arbeitsprogramme festgelegt werden. Ein weiterer wichtiger Punkt, den die wissenschaftliche Luftschiffahrt zu erledigen hat, ist die Schaffung der permanenten Stationen in der freien Atmosphäre. Dieser Aufgabe dienen die Versuche der Amerikaner mit Drachen. Herr Direktor Rotch, den wir gleichfalls hier begrüssen können, hat mit Drachen Höhen von über 3000 Meter erreicht und dieselben Stunden lang in der Höhe gehalten. Neu ist für den gleichen Zweck der Gebrauch eines meteorologischen Drachenballons. Zum ersten Male ist ein solcher hier in Strassburg zur Verwendung gekommen, und es wird unserem meteorologischen Landesinstitut eine besondere Genugthuung sein, den Mitgliedern der Konferenz diesen Ballon vorführen zu können.

Geehrte Herren! Umfangreich und wichtig ist Ihr Arbeitsprogramm. Mögen Ihre Arbeiten von dem von Ihnen gewünschten Erfolge begleitet sein. Mögen Sie auch in den Stunden der Arbeitsruhe die wohlverdiente Erholung in der angenehmsten Form finden und sich der Verehrung erfreuen, die Ihnen von allen Seiten entgegengebracht wird. Mit diesem Wunsche heisse ich Sie nochmals herzlichst willkommen.»

Hiernach erhält Seine Magnificenz der Rektor der Kaiser Wilhelms-Universität, Herr Prof. Dr. Windelband, das Wort zu folgender Rede:

«Im Namen der Kaiser Wilhelms-Universität habe ich als deren zeitiger Rektor die Ehre, die internationale aëronautische Kommission zu begrüssen und der lebhaften Sympathie Ausdruck zu geben, welche wir Ihren wissenschaftlichen Bestrebungen und Arbeiten entgegenbringen. Die internationale Organisation der meteorologischen Forschung, welche Sie, meine Herren, vertreten, bedeutet einen neuen Schritt in jener allmählichen Ausweitung des geistigen Horizonts der Menschheit, welche die Geschichte der Wissenschaften ausmacht.

Erwachsen ist das menschliche Denken in den engen und getrennten Vorstellungskreisen der einzelnen Völker; eine ausgleichende und überschauende Einheitlichkeit hat es zuerst in der Mittelmeerkultur gefunden; aber erst im Zeitalter der Renaissance ist es dem Menschen gelungen, den ganzen Planeten in seinen geistigen Besitz zu bringen und seine Stellung im Weltall zu verstehen. Auf zahllosen Wegen hat seitdem die Wissenschaft daran gearbeitet, auf diesem unserem Lebensgrunde uns immer sicherer zu orientiren; nun sind Sie, meine Herren, am Werke, auch die Atmosphäre, die ihn umgibt, zum Besitz und zur Werkstatt der Wissenschaft zu machen. Die Einsicht der Naturforschung und die Feinheit der Technik, welche unser Jahrhundert geschaffen, verwenden Sie, um dem beweglichsten der Elemente die festen Gesetze seiner Bewegung abzufragen. Allein dies vermögen Sie nur durch eine gemeinsame Thätigkeit, welche, über weite Strecken nach einheitlichem Plane vertheilt, keine Grenzen der Völker oder der Staaten kennt; so kommt es in Ihrer Organisation beinahe symbolisch zum Ausdruck, wie die Wissenschaft den Menschen, der von Natur «glebae addictus» ist, in eine höhere Schicht geistiger Gemeinschaft emporhebt. Wir sind glücklich darüber, dass in diesem grossen Zusammenhange Strassburg ein thätiges Glied sein darf, wir danken Ihnen, meine Herren, dass Sie unsere Stadt zum Ort dieser Ihrer Sitzung gewählt haben, wir hoffen, dass Sie zwischen Ihren Arbeiten Zeit finden, von den schönen Einrichtungen, welche unserer Universität gewährt sind, sachkundige Kenntniss zu nehmen, und wir wünschen Ihren Verhandlungen gedeihlichen Fortgang und reichen Erfolg zur Förderung der Wissenschaft und zur Wohlfahrt der in ihrem Dienste friedlich miteinander ringenden Völker.»

Auf Aufforderung des Präsidenten antwortet hierauf der General-Sekretär der internationalen Kommission, Herr de Fonvielle, mit folgenden Worten:

«Hochgeehrte Herren!

Ich bin unserem verehrten Präsidenten, Herrn Prof. Dr. Hergesell, zu grossem Danke verpflichtet, dass er mir, als dem Schriftführer der aëronautischen Kommission, die nicht ungefährliche Ehre zu Theil werden lässt, im Namen dieser internationalen Versammlung auf die ausgezeichneten Reden zu antworten, welche wir aus dem Munde hervorragender Redner soeben vernommen haben.

Wie Herr Unterstaatssekretär v. Schraut so gütig war, hervorzuheben, war es in Frankreich, zu Paris, dass, dank der unermüdlichen Thätigkeit zweier Luftschiffer, die Auffahrten mit unbemannten Ballons ihren Ursprung genommen haben.

Es wäre jedoch ungerecht, hier nicht sofort hinzuzufügen, dass das immerhin bescheidene Beginnen der Herren Hermite und Besançon nur einen geringen Einfluss auf die Fortschritte der Physik der Atmosphäre ausgeübt haben würde, wenn nicht die mit ihren Hilfsmitteln erlangten Resultate zu Strassburg, Berlin, St. Petersburg und München eine einsichtige Anerkennung und eifrige Mitarbeiterschaft gefunden hätten, die stets vollauf von den Pionieren dieser Forschungsmethode dankbar begrüsst wurde. Wahrlich, diese schön begonnenen Untersuchungen hätten bei Weitem nicht die Ausdehnung genommen, wenn sie nicht in Deutschland und Russland so erhabene Protektion gefunden hätten. Wie der Herr Unterstaatssekretär soeben bemerkt hat, haben die vier internationalen Aufstiege, deren wissenschaftlichen Werth und Folgen wir hier abschätzen sollen, bereits im moralischen Sinne einen glücklichen Erfolg erzielt; sie haben in ungeahnter Weise die Gebiete der Atmosphäre, die von der modernen Physik erforscht worden, erweitert. Die Drachen unseres Herrn Kollegen Rotch haben bereits Höhen erreicht, welche diejenigen der bekanntesten Bergobservatorien übertreffen. Die Drachenballons der Herren Siegsfeld und Parseval, die von den Herren Hergesell und Moedebeck zu meteorologischen Beobachtungen eingerichtet worden sind, haben bereits wie wirkliche Bojen des Luftoceans der Wuth der Stürme getrotzt und ebenso siegreich wie die Bojen des

Meeres dem Ansturm der Wogen widerstanden. Hat nicht während des letzten Sturmes, der die Grundtiefen des atlantischen Oceans erregt hat, der Strassburger Ballon triumphirend die Last der niederdrückenden Schneemassen ertragen?

Der Herr Unterstaatssekretär hat richtig hervorgehoben, wie gross die Anzahl der Fragen ist, welche die Strassburger Konferenz zu lösen hat und von welcher weitgehenden Bedeutung sie sind. Aber gerade gelegentlich dieser seiner Erklärung scheuen wir es nicht, auszusprechen, dass wir in keiner Weise die Hoffnung hegen, in unseren Berathungen eines dieser gewaltigen Probleme vollkommen zu lösen. Obgleich unsere Arbeiten unter so glücklichen Auspicien beginnen — scheint doch der Himmel sich unseren Versuchen günstig zu erzeigen —, so glauben wir dennoch genug für die Wissenschaft und die Menschheit gethan zu haben, wenn wir nur dahin gelangen, den auserlesenen Geistern und hervorragenden Männern, die sich an diesem unseres Jahrhunderts so würdigen Kreuzzug betheiligen, irgend eine Anregung zu geben.

In der That, wie der Rektor dieser alten Universität in seiner von tiefem philosophischen Gefühl eingegebenen Rede ausgeführt hat, umgibt sich gerade durch die Eroberung des Luftoceans und durch das Studium seiner geheimnissvollen und durchsichtigen Fluten, durch welche wir die ewigen Gestirne betrachten, der menschliche Gemeinsinn mit einem unbesieglichen Glanz. Wenn wir die unermesslichen Schichten der Atmosphäre durchforschen, fühlen wir das unbezwingliche Bedürfniss, unsere Gedanken zum Schöpfer zu erheben. Wir krönen durch unsere Forschungen würdig dieses bemerkenswerthe Jahrhundert, welches an seiner Wiege die ersten Wunder eines Volta anstaunte und jetzt, bereit zu scheiden und völlig in den Bereich der Geschichte einzutreten, die wunderbaren Entdeckungen eines Röntgen begrüsst.

Tief von der Ueberzeugung durchdrungen, den ehrenvollen Auftrag auszuführen, den mir unser Präsident ertheilt hat, und das Werkzeug unserer internationalen Konferenz zu sein, sage ich im Namen der in dieser Versammlung vereinigten Gelehrten Seiner Excellenz dem Herrn Unterstaatssekretär v. Schraut und Seiner Magnificenz dem Herrn Rektor Windelband für die wohlwollenden Worte, die sie im Namen der Regierung und der

Universität, deren Vertreter sie sind, gesprochen haben, unseren tiefgefühltesten Dank.»

Der Präsident theilt zunächst die Liste der zur Konferenz eingeladenen Herren mit und schlägt vor, dass Diejenigen, welche nicht Mitglieder der Kommission sind, an den Verhandlungen sich nur mit berathender Stimme betheiligen sollen; wird angenommen.

Auf Vorschlag des Präsidenten werden neben dem Generalsekretär, Herrn W. de Fonvielle, die Herren Berson und Rubel zu Schriftführern ernannt.

Auf eine Bemerkung des Präsidenten und des Herrn Teisserenc de Bort wird beschlossen, die wissenschaftliche Diskussion der schon ausgeführten internationalen Ballonfahrten aus Mangel an Zeit zu unterlassen, umsomehr als dieselben schon in verschiedenen Einzelpublikationen behandelt sind. Ebenso wird die Erörterung des ersten Punktes des vorläufigen Programms (Leistungen der bisher bei den Ballonfahrten benutzten Instrumente) ausgesetzt, da sie am besten mit den instrumentellen Fragen der zweiten Abtheilung des Programms vereinigt werden kann. Man schreitet sogleich zur Behandlung der zweiten Frage der ersten Abtheilung des vorläufigen Programms (Erörterung über die technische Ausrüstung der Ballons u. s. w.).

Herr Cailletet beantragt, bei Fahrten mit unbemannten Ballons stets einen selbstthätigen Ballastwerfer zu gebrauchen, wogegen Herr de Fonvielle erläutert, welche Gründe Herrn Besançon dazu geführt haben, einen derartigen Apparat nicht anzuwenden.

Herr Cailletet antwortet mit der Beschreibung eines Ballastwerfers seiner Erfindung, bei dem Wasser mit Alkohol vermischt verwandt werde.

Herr Berson beschreibt einen ähnlichen Apparat, bei dem nur Wasser benutzt wurde, da ein Gefrieren desselben wegen des schnellen Ausfliessens nicht zu befürchten sei. Herr Cailletet stimmt dem zu, meint jedoch, dass der Gebrauch von Flüssigkeiten auf seinen später zu beschreibenden selbstthätigen photographischen Apparat schädlich wirken könne.

Herr Hergesell beschreibt einen Ballastwerfer, der mit gesiebten Eisenfeilspänen beladen war. Derselbe habe den grossen Vortheil, ein kleines Volumen zu besitzen, dann aber könne er

durch seinen Ballastwurf den Apparaten kaum gefährlich werden.

Herr Assmann schildert eine von Herrn Kowanko ersonnene Vorrichtung, die den Zweck habe, den Ballon auch noch von dem geleerten Ballastsack zu befreien.

Auf Vorschlag des Präsidenten wird folgende Resolution mit einem von Herrn Assmann vorgeschlagenen Zusatz angenommen:

> Die Konferenz hält beim Auflassen von unbemannten Ballons die Verwendung eines selbstthätigen Ballastwerfers für nothwendig. Selbstverständlich müssen alle Vorsichtsmassregeln getroffen werden, auf dass eine solche Vorrichtung nicht störend auf die Thätigkeit der Registririnstrumente einwirken könne.

Die Kommission erörtert hierauf die verschiedenen Störungen, welche sich beim Auflassen und während des Fluges der unbemannten Ballons bei den bisher ausgeführten internationalen Fahrten gezeigt haben; insbesondere beschäftigt sie sich mit dem häufigen Stehenbleiben der Uhrwerke. Aus den Verhandlungen, an welchen sich die Herren Hergesell, Cailletet, Tacchini, Assmann und Berson betheiligen, geht hervor, dass diese Störungen in durchaus unregelmässiger Weise auftraten und selbst dann erfolgten, wenn die Uhrwerke vollständig entölt waren. Jedoch haben nach Herrn Berson's Ansicht gewisse Uhrwerke der Kältewirkung ohne sichtbaren Grund gut widerstanden. Herr Teisserenc de Bort ist der Ansicht, dass das Stehenbleiben der Uhrwerke in erster Linie der Zusammenziehung des ganzen Uhrkörpers, die bei den äusserst niedrigen Temperaturen eintreten muss, zuzuschreiben ist. Sowohl die Zapfen in ihren Lagern als die Unterlagen der Axen erleiden hierdurch starke Pressungen. Die Störungen sind um so eher zu befürchten, je genauer der Gang des Uhrwerks justirt ist. Herr Cailletet beschreibt hierauf eine Vorrichtung, durch welche die soeben geschilderten Erscheinungen, die durch die Zusammenziehung des Uhrkörpers hervorgerufen werden, vermieden werden können; man lässt die Axen der Räder in Büchsen aus Edelsteinen laufen, in welchen sich dieselben frei bewegen können, sodass die Verschiebung der Trageplatten der Räderaxen keinen

Druck mehr erzeugen kann. Die Konferenz empfiehlt die Konstruktion derartiger Uhren.

Die Versammlung beschäftigt sich hierauf mit den Methoden, den Auftrieb der Ballons zu messen, und mit dem Einflusse der Gastemperatur auf die Steigkraft.

An der Diskussion betheiligen sich die Herren Hergesell, Moedebeck, de Fonvielle, Assmann, Teisserenc de Bort und Berson.

Folgender Beschluss wird gefasst:

> Die Konferenz ist der Ansicht, dass bei jedem Aufstieg von unbemannten Ballons das Gesammtgewicht des aëronautischen Materials und der Auftrieb gemessen werden muss; ferner ist es nothwendig, durch Registrirung während der ganzen Dauer der Fahrt die Gastemperatur so genau wie möglich zu bestimmen.
>
> Diese Bestimmungen sind ebenso wie die Beobachtungen der Registrirapparate zu veröffentlichen.

Die Versammlung geht 12½ Uhr auseinander, um einer Einladung des Kaiserlichen Statthalters von Elsass-Lothringen, Seiner Durchlaucht des Fürsten von Hohenlohe-Langenburg, zum Frühstück zu folgen. Fürst Hohenlohe, der einsichtige Förderer und warme Freund der wissenschaftlichen Luftschiffahrt, zeigte auch durch diese Einladung sein hohes Interesse für die Bestrebungen der internationalen aëronautischen Kommission. Die Versammlung verfehlte nicht, durch mehrere Ansprachen ihren wärmsten Dank für die vielfachen Unterstützungen und Förderungen auszusprechen.

Zweite Sitzung am 31. März Nachmittags.

Die Sitzung wird um 4 Uhr 10 durch den Präsidenten eröffnet.

Anwesend die Herren: Assmann, Berson, Cailletet, Erk, Fievez, de Fonvielle, Freiherr von Guttenberg, Heim, Hergesell, Hildebrandt, Hinterstoisser, Moedebeck, Riedinger, Rotch, Rubel, Schmidt, Spelterini, Tacchini, Teisserenc de Bort, Vogel.

Der Präsident setzt die Versammlung zunächst in Kenntniss von den Verhandlungen, die von ihm geführt wurden, um die

Thätigkeit der Kommission zu erweitern. Er theilt ferner die Schreiben mit, welche in dieser Hinsicht bisher eingegangen sind. Dieselben finden sich in den Anlagen gedruckt vor. (Siehe Seite 72-83.)

Herr Hergesell macht weiterhin die Mittheilung, dass der Kommandeur der Kgl. preuss. Luftschifferabtheilung, Herr Major Klussmann, durch dienstliche Gründe leider verhindert sei, den folgenden Verhandlungen beizuwohnen. Derselbe habe ihn ermächtigt, die Erklärung abzugeben, dass die Kgl. preuss. Luftschifferabtheilung die wissenschaftliche Luftschiffahrt stets nach Kräften unterstützen werde; insbesondere werde im Sinne der am Schlusse der ersten Sitzung gefassten Resolution bei den vielen Auffahrten der Abtheilung stets die Bestimmung der Gastemperatur in der Folgezeit ausgeführt werden. Die Konferenz nimmt mit grossem Interesse und vielem Dank von dieser Erklärung Kenntniss und geht hierauf zur Behandlung des zweiten Haupttheiles des Programms über. Man beschäftigt sich zunächst mit der instrumentellen Ausrüstung der Ballons.

Bei der Besprechung der Methoden zur Höhenbestimmung ertheilt der Präsident zunächst das Wort Herrn Teisserenc de Bort, welcher aus einem gedruckten Bericht das erste Kapitel, das sich mit diesem Gegenstand beschäftigt, zur Verlesung bringt. (Siehe Seite 84-88.) Herr de Fonvielle billigt völlig die Schlussfolgerungen des Herrn Teisserenc de Bort, erachtet es jedoch für nothwendig, auch die Wichtigkeit der Untersuchungen, die den Zweck haben, die Richtigkeit der Laplace'schen Höhenformel zu prüfen, zu betonen.

Herr Teisserenc de Bort macht hierauf einige Zusätze zu seiner soeben verlesenen Abhandlung, in welchen er darauf hinweist, dass die barometrische Höhenformel genügende Resultate gibt, wenn man die wahre Lufttemperatur und die Korrektionen, die von Herrn Angot bei Verwendung dieser Formel angegeben sind, berücksichtigt. Insbesondere weist er auf das Interesse hin, welches die barometrische Höhenbestimmung im Vergleiche zu den direkten Messungen für das Studium des vertikalen Gradienten darbietet, dessen Existenz er vor einigen Jahren nachgewiesen hat. Er vertheilt aus diesem Anlass unter die Mitglieder verschiedene gedruckte Abhandlungen über diesen Gegenstand.

Die Herren Berson und Assmann tragen nacheinander ihre Erfahrungen über die barometrischen Höhenbestimmungen, die sie auf Grund der zahlreichen Berliner Ballonfahrten machen konnten, vor und weisen insbesondere darauf hin, dass die Höhenberechnungen nach den gewöhnlichen Methoden, bei welchen das arithmetische Mittel der oberen und unteren Temperatur in die Höhenformel eingesetzt wird, oft zu bedeutenden Fehlern führen können. Sie empfehlen im Gegensatze zu dieser Methode die schichtenweise Höhenberechnung, bei der ausserdem noch die Veränderung der Temperatur an der Erdoberfläche während der Dauer der Ballonfahrt in Rechnung gezogen wird.

Herr Assmann vertheilt einige Druckbogen aus dem grossen Werke über die Berliner Ballonfahrten, um die angewandte Methode der Höhenberechnung zu zeigen.

Auf den Vorschlag des Herrn Hergesell, zu welchem Herr Berson einige Zusätze macht, eine gemeinschaftliche Methode aufzustellen, nach welcher die Höhenberechnung vorzunehmen ist, entspinnt sich eine lebhafte Diskussion, an der sich die Herren Berson, Cailletet, Teisserenc de Bort, Erk, Assmann und Hergesell betheiligen; es wird beschlossen, eine Subkommission zu ernennen, die die geeignetste Methode auswählen soll. Zu Mitgliedern dieser Kommission werden die Herren Berson, Teisserenc de Bort, Erk und Hergesell ernannt.

Der Präsident der Kommission soll seinen Kollegen das Resultat der Erörterungen der Subkommission mittheilen.*)

Im weiteren Verlauf beschäftigen sich die Verhandlungen mit den Punkten b, c und d des zweiten Haupttheiles des Programms.

Man bespricht zunächst die Vergleichung des Aneroidbarometers mit dem Quecksilberbarometer.

Herr Cailletet beschreibt in den Grundzügen einen Apparat seiner Konstruktion, der gleichzeitig das Ende der Quecksilbersäule eines Quecksilberbarometers und den senkrecht unter dem Ballon gelegenen Theil der Erdoberfläche photographirt. Herr Berson erläutert in Folge einer Bemerkung des Herrn Erk die

*) Siehe im Anhang den Bericht der Verhandlungen dieser Subkommission. (Seite 127-138.)

bekannte Thatsache, dass die Angaben des Quecksilberbarometers den atmosphärischen Druck nur dann genau wiedergeben, wenn der Ballon keine vertikale Beschleunigung besitzt. Er fügt hinzu, dass man auch bei sehr niedrigen Lufttemperaturen ein Gefrieren des Quecksilbers kaum zu befürchten habe. Auf eine Anfrage des Herrn Tacchini setzt der Redner des Weiteren auseinander, dass die Ablesungen des Quecksilberbarometers durch die Bewegungen des Korbes und die hierdurch verursachten Schwankungen der Kuppe um die Gleichgewichtslage eine gewisse Uebung erfordern. Da Befürchtungen laut werden, dass unter den beschriebenen Umständen der Vergleich des Aneroid- mit dem Quecksilberbarometer im Ballonkorbe kaum durchzuführen sei, fügt Herr Berson hinzu, dass man die Tragweite seiner Kritik nicht übertreiben dürfe, da bei normalen Umständen die Differenz zwischen den Ablesungen des Aneroids und des Quecksilberbarometers nur einige Millimeter betrage.

Bei der Besprechung, wie man die Aneroidbarometer kontroliren könne, die mit unbemannten Ballons emporsteigen, lenkt Herr Tacchini die Aufmerksamkeit der Versammlung auf den Werth, den die Ausführung gleichzeitiger Fahrten für die Vergleichung der Instrumente haben könne. Herr Hergesell unterstützt lebhaft in längerem Vortrage die von Herrn Tacchini vorgetragene Anschauung. Nach einer Erörterung, an der sich noch die Herren Berson, Assmann und Teisserenc de Bort betheiligen, fasst die Konferenz folgenden Beschluss:

> Durch Ausführung gleichzeitiger Fahrten von verschiedenen Beobachtungsstationen soll man darnach streben, die bei den bemannten und unbemannten Fahrten benutzten Instrumente zu vergleichen, indem man die Instrumente der verschiedenen Stationen vertauscht und die Auffahrt sobald wie möglich wiederholt.

Herr Tacchini fügt noch hinzu, dass die Beobachter natürlich jede Freiheit in der Auswahl der Mittel besitzen, um die Instrumente zu kontroliren.

Die Sitzung wird um 6 Uhr 30 geschlossen.

Dritte Sitzung am 1. April 1898.

Die Sitzung wird um 9½ Uhr Vormittags vom Präsidenten eröffnet.

Anwesend die Herren: Assmann, Berson, Besançon, Cailletet, Erk, Fievez, de Fonvielle, Gerland, Freiherr von Guttenberg, Heim, Hergesell, Hildebrandt, Hinterstoisser, Kowanko, Moedebeck, Mönnichs, Rotch, Rubel, Schmidt, Schultheiss, Spelterini, Tacchini, Teisserene de Bort, Vogel.

Vor Eintritt in die Tagesordnung schlägt Herr de Fonvielle vor, Herrn Charles Fievez, Sekretär der Belgischen Gesellschaft für Astronomie, welchen er gleichzeitig vorstellt, zum Schriftführer zu ernennen. Der Vorschlag wird angenommen. Herr Fievez dankt für seine Wahl und vertheilt einige Veröffentlichungen der oben genannten Gesellschaft.

Herr Hergesell eröffnet die Sitzung mit Verlesung der eingegangenen Briefe.

Man schreitet zur Verhandlung der Thermometerfrage. Herr Teisserene de Bort erhält das Wort, um das zweite Kapitel in seiner oben genannten Abhandlung, die er unter die Mitglieder vertheilt hat, vorzulesen. Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Bestimmung der wahren Lufttemperatur. (Siehe Seite 88-92.)

Herr Hergesell macht Mittheilung von seiner Abhandlung in der Meteorologischen Zeitschrift Nr. XII., Dezember 1897, S. 433 bis 448; von welcher er ebenfalls den wesentlichsten Theil vorliest. (Siehe Auszug dieser Arbeit, Anhang Seite 93-103.)

Herr Cailletet gibt die Beschreibung eines Thermometers seiner Erfindung, das aus einer silbernen spiralförmigen Röhre, welche an eine Glasröhre angelötet ist, besteht. Er gibt an, dass der beschriebene Apparat sich bereits nach 15 Sekunden bei einer Temperaturdifferenz von 60 Grad im Gleichgewicht befindet.

Die Flüssigkeit, mit der die Spirale gefüllt ist, ist Toluol.

Herr Besançon, welcher soeben eingetroffen ist, wird von Herrn de Fonvielle eingeführt. Der Präsident bewillkommt ihn und erkundigt sich nach dem Befinden des Herrn Hermite. Auf Vorschlag des Herrn Hergesell beschliesst die Versammlung die [illegible]ung eines Telegramms, welches das Bedauern der Konferenz [illegible]drückt, Herrn Hermite wegen seines Gesundheitszustandes nicht

in ihrer Mitte begrüssen zu können. Man verhandelt des Weiteren über die Ventilation der Thermometer.

Herr Teisserenc de Bort schlägt zu diesem Zwecke einen Ventilator vor, der durch ein Gewicht, das an einem Seidenfaden oder Stahldraht bis zu 1500 Meter Länge aufgehängt ist, in Bewegung gesetzt wird.

Die Herren Assmann und Berson nehmen nacheinander das Wort, um zu erklären, dass sie ein ähnliches System der Ventilirung bereits versucht, jedoch keine guten Resultate damit erzielt haben; hauptsächlich, weil die Zerreissleine sich um den Draht, der das Gewicht trug, oder umgekehrt wickelte.

Herr Assmann kommt von Neuem auf die Frage der Ventilation zurück, die er für unbedingt nothwendig bei allen Ballonfahrten hält, und beschreibt einen Ventilator, bei welchem die Luft durch einen Strahl flüssiger Kohlensäure angesaugt wird. Herr Cailletet bemerkt, dass bei sehr niedrigen Temperaturen der Druck der Kohlensäure zu gering wird, um den angestrebten Zweck hervorzubringen. Herr Assmann erwidert, dass man stets in der Lage sein wird, für ziemlich lange Zeit die Kohlensäure vor zu starken Temperaturerniedrigungen zu schützen, so dass sicherlich eine genügende Ventilation erzielt werden könne, besonders wenn man der Oberfläche der Kohlensäureflasche möglichst gute Bedingungen zur Absorption der Sonnen-Wärmestrahlung gäbe. So würde man den schädlichen Einfluss der Sonnenstrahlung auf die Thermometer in interessanter Weise wieder durch die Sonnenstrahlung selbst bekämpfen.

Das Ergebniss der obigen Erörterung ist folgender Beschluss, der von der Konferenz einstimmig angenommen wird.

1. Die äusserst schnelle Temperaturänderung, die bei unbemannten Fahrten unter allen Umständen zu erwarten ist, macht es nothwendig, dass man in der Folgezeit zur Aufzeichnung der Temperaturen Thermometer anwendet, deren thermische Trägheit bedeutend geringer ist, als die der bisher benutzten Instrumente.

2. Es ist unerlässlich, die Thermometer auf irgend eine Weise einer wirksamen Ventilation auszusetzen.

Die weiteren Erörterungen beschäftigen sich mit der Ausrüstung der bemannten Ballons.

Die Herren Assmann und Berson wiederholen die Gründe, welche sie bereits gegen den ausschliesslichen Gebrauch des Quecksilberbarometers angeführt haben. Herr Berson kommt noch einmal auf die Vorsichtsmassregeln zurück, welche beim Gebrauch des Quecksilberbarometers anzuwenden sind. Er fügt hinzu, dass das Instrument viel weniger zerbrechlich ist, als man befürchte. Bei 51 Auffahrten sei ihm nur ein einziges zerbrochen. Er wiederholt noch einmal, dass die Beobachtungen der Quecksilberkuppe, während der Ballon eine vertikale Bewegung ausführt, sehr schwierig sind, weil die Amplitude der beständigen Schwingungen der Quecksilbersäule gewöhnlich mehrere Millimeter betragen, sich sogar in Einzelfällen bis zu 1 oder 2 Centimetern vergrössern könne, bei Gleichgewichtslage des Ballons seien die Ablesungen dagegen ganz zuverlässig.

In Folge dieser Erörterung fasst die Konferenz folgenden Beschluss:

> Das Quecksilberbarometer ist bei bemannten Auffahrten als Normalinstrument für die Druckablesungen anzusehen; mit ihm sind auch die mitgeführten Aneroide beständig zu vergleichen. Es ist jedoch hervorzuheben, dass seine Ablesungen nur dann einen Werth besitzen, wenn die Beschleunigung des Ballons 0 ist; diese Bedingung ist erfüllt, wenn die Registrirkurve des Barographen horizontal ist.

Herr Kowanko aus St. Petersburg betritt den Sitzungssaal und wird vom Präsidenten begrüsst. Er theilt mit, dass Herr Rykatchew erst morgen eintreffen wird, um den Verhandlungen beizuwohnen.

Man erörtert hierauf die Versuche, die bisher gemacht worden sind, um die Registririnstrumente in den Laboratorien mit Hilfe von Druck- und Kältekammern zu prüfen.

Die Herren Hergesell und Erk erklären, dass sie mehrere Male diese Versuche in der Weise angestellt haben, dass sie die Kurven der Apparate im Laboratorium in ähnlicher Weise aufzeichnen liessen, wie bei dem Fluge selbst.

Man fasst folgenden Beschluss:

Die Konferenz ist der Ansicht, dass man zwecks Prüfung der Registrirapparate im Laboratorium mit Hilfe von Druck- und Kältekammern durch die Instrumente Kurven aufzeichnen lasse, die den Barometer- und Thermometerkurven während der Fahrt ähnlich sind.

Die Sitzung wird um 12 Uhr 10 geschlossen.

Vierte Sitzung am 1. April 1898.

Die Sitzung beginnt um 2 Uhr 40 Nachmittags unter dem Vorsitz des Herrn Hergesell.

Anwesend die Herren: Assmann, Berson, Besançon, Cailletet, Erk, Fievez, de Fonvielle, Gerland, Freiherr v. Guttenberg, Heim, Hergesell, Hildebrandt, Hinterstoisser, Kowanko, Moedebeck, Mönnichs, Rotch, Rubel, Schmidt, Schultheiss, Spelterini, Tacchini, Teisserenc de Bort, Vogel.

Herr Fievez macht das Anerbieten, die Protokolle der Konferenz auf Kosten der belgischen Gesellschaft für Astronomie in deren Zeitschrift drucken zu lassen.

Der Präsident dankt im Namen der Konferenz für dieses dankenswerthe Anerbieten, ist jedoch leider nicht in der Lage, dasselbe annehmen zu können, weil der Druck der Protokolle bereits auf Kosten des meteorologischen Landesdienstes von Elsass-Lothringen, das die Uebernahme dieser Aufgabe für eine Ehrenpflicht ansehe, begonnen habe.

Auf Vorschlag des Präsidenten fährt man in der Erörterung der Ausrüstung der bemannten Ballons fort.

Herr Cailletet zeigt einige Momentphotographieen vor, die gelegentlich der letzten Auffahrt des «Balashoff» mit dem von ihm erfundenen automatischen Apparat erhalten sind. Herr Cailletet fügt noch hinzu, dass das Instrument von Herrn Gaumont «directeur du Comptoir central de photographie» in Paris konstruirt worden ist.

Die Herren Assmann und Berson nehmen nacheinander das Wort, um zu erklären, dass sie ebenfalls einen ähnlichen Apparat

konstruirt haben, der aber bisher keine definitiven Resultate ergeben hat.

Herr Hergesell drückt den Wunsch aus, zu erfahren, unter welchen Bedingungen man sich ein so interessantes Instrument verschaffen könne.

Herr Cailletet verspricht nähere Angaben aus Paris. Im Weiteren findet ein Gedankenaustausch über die günstigsten Bedingungen statt, welche bei photographischen Aufnahmen vom Ballon aus nothwendig sind.

Herr Teisserenc de Bort ist der Ansicht, dass man bei derartigen Aufnahmen wahrscheinlich ähnliche Schwierigkeiten antrifft wie bei dem Photographiren der Wolken. Der Redner empfiehlt die Anwendung von farbigen Gläsern, orthochromatischen Platten und sorgfältig ausgewählten Objektiven, um auf diese Weise den Einfluss der störenden Dunstschicht in der Tiefe und in der Ferne zu überwinden.

Die Herren Berson und Assmann bemerken, dass sie oft vorzügliche Aufnahmen mit gewöhnlichen Apparaten, aber unter Gebrauch einer Gelbscheibe erlangt haben.

Herr Spelterini fügt hinzu, dass die Luft, die in der Regel nach ergiebigem Regen sich für das gewöhnliche Sonnenlicht sehr durchgänglich erweist, dieses in keiner Weise für die photographischen Strahlen ist.

Die Erörterung geht noch einmal auf den Registrirapparat des Herrn Cailletet zurück. Herr Hergesell verliest einen Brief des Herrn Professor Finsterwalder aus München, in welchem derselbe die Vorzüge des betreffenden Apparates ebenfalls hervorhebt und einige Verbesserungen vorschlägt. Insbesondere beschreibt er eine Vorrichtung, bestehend aus vier senkrecht herabhängenden Fäden, die ebenfalls photographirt werden und den Zweck haben, die Vertikalstellung des Apparates zu kontroliren. Herr Cailletet theilt hierauf mit, dass er bereits durch photographische Wiedergabe einer Libelle die vollkommene senkrechte Stellung des Apparates zur Kontrole gebracht habe, wiewohl derselbe dank seiner kardanischen Aufhängung bereits eine grosse Stabilität in der Lotlinie besitze, auch erleidet derselbe durch Auslösung des Momentverschlusses keine Erschütterung, da dieselbe selbstthätig durch ein Uhrwerk besorgt werde.

Ein Gedankenaustausch findet hierauf zwischen Herrn Teisserenc de Bort und Berson über die Möglichkeit statt, mit Hilfe von geodätischen Messungen vom Ballon aus dessen Höhe zu bestimmen.

Herr Teisserenc de Bort theilt seine Ansichten über die früher benutzte Methode, die Fahrlinie des Ballons mit Hilfe terrestrischer Visuren zu bestimmen, mit und erwähnt bei dieser Gelegenheit seine Messungen zu Trappes, bei welchen er zufällig vorüberfliegende Ballons bis zu einer Entfernung von 16 km verfolgen konnte. Er lenkt fernerhin die Aufmerksamkeit der Konferenz auf den Dromograph des Herrn Hermite, der die Höhenwinkel und Azimute selbstthätig aufschreibt.

Die Herren Berson, Vogel und Assmann beschreiben einen Heliometer (von Wellmann), welchen Kremser in Berlin gebrauchte, um den Durchmesser des Ballons zu messen.

Herr de Fonvielle macht Mittheilung von einem besonders konstruirten Fernrohr, das er zu demselben Zwecke verwandt habe, allerdings nur wenn keine grosse Genauigkeit der Messungen erforderlich war.

Herr Berson bemerkt, dass jeder in Bewegung befindliche Ballon mehrere Durchmesser hat, die voneinander verschieden sind, so dass dieser Umstand Fehler verursachen könne.

Herr Fievez schlägt in Folge dessen den Gebrauch eines Rechteckes aus gespannter Leinwand vor, das von dem Ballon mit emporgeführt werde, dessen Länge bekannt und dessen Breite genügend gross sei, dass man es in weiter Entfernung unterscheiden könne.

Das Ergebniss dieser umfangreichen Diskussion ist:

> Die Kommission empfiehlt, dass man bei bemannten und unbemannten Fahrten, wenn irgend angängig, alle nur möglichen Methoden anwenden solle, um wahre Höhen des Ballons zu erhalten.

Die Versammlung beschäftigt sich hierauf mit der Prüfung der Thermographen im Laboratorium.

Die Erörterung, an welcher die Herren Cailletet, Berson, Assmann und Hergesell Theil nehmen, beschäftigt sich zunächst mit den zur Verfügung stehenden Mitteln, um eine Kältequelle zu erhalten, die gestattet, die Thermometer noch niedrigeren Tem-

peraturen auszusetzen, als denen, welche sie wahrscheinlich bei den Hochfahrten antreffen werden. Bei dieser Gelegenheit beschreibt Herr Kowanko das besonders für diese Zwecke eingerichtete Laboratorium des Herrn Rykatschew im physikalischen Zentral-Observatorium zu Petersburg.

Herr Erk hält einen lehrreichen Vortrag, der durch verschiedene Zeichnungen illustrirt wird, über einen Kälteapparat, der von ihm und Dr. Linde in München unter Anwendung flüssiger Luft konstruirt worden ist. Er gibt an, dass es mit Hilfe dieser neuen Kältequelle gelungen sei, leicht Temperaturen unter 100 Grad in der Kältekammer zu erzielen. (Siehe Anhang S. 103—109.)

Herr Cailletet theilt im Anschluss hieran mit, dass er über die hochwichtige Entdeckung des Herrn Professor Linde einen sehr eingehenden Artikel in der 1. März-Nummer der Zeitschrift der Gesellschaft für Künste zu London veröffentlicht habe und dass der französische Unterrichtsminister die nöthigen Massregeln angeordnet habe, auf dass einer der Linde'schen Apparate bei den Vorlesungen vorgeführt werde, die Herr Cailletet im Collége de France halten wird.

Die Versammlung fasst hierauf folgenden Beschluss:

> Die Kommission dankt Herrn Erk und insbesondere Herrn Professor Linde für die mit flüssiger Luft angestellten Versuche und spricht den Wunsch aus, dass dieselben in Zukunft weiter fortgesetzt werden.

Herr Erk kommt noch einmal auf die Nothwendigkeit zurück, bei der Prüfung der Barometer den Druck in ähnlicher Weise zu ändern wie bei den Freifahrten. Er erklärt, dass es ihm in seinem Laboratorium vollständig gelungen sei, die Registrirkurven bei bemannten Fahrten nachzuahmen und auf diese Weise die Korrektionen des Aneroids für die verschiedenen Theile der Bahn getrennt zu bestimmen. (Siehe S. 109.) Die Versammlung hört mit grossem Interesse die Auseinandersetzung des Herrn Erk an und verweist im Uebrigen auf den Beschluss der vorigen Sitzung.

Herr Besançon übergibt dem Bureau eine Abhandlung, die von ihm und Herrn Hermite gemeinschaftlich verfasst ist und von den Verbesserungen beim Auflassen der Registrirballons handelt.

Da er dieselbe, weil noch nicht anwesend in der ersten Sitzung, nicht zum Vortrag bringen konnte, bittet er einen Auszug des Berichts, wenn möglich im Anhang, abdrucken zu lassen. (Siehe Anhang S. 110-112.)

Die Herren Berson und Hergesell machen auf die Wichtigkeit der bemannten Fahrten unter besonderen Wetterlagen aufmerksam, und erwähnen besonders den Fall, wenn ein Depressions-Zentrum über dem europäischen Kontinent erschienen ist. Sie erklären, dass die bemannten Fahrten eine ganz besondere Wichtigkeit besitzen, da sie unter Anderem geeignet sind, den Einfluss der Erdoberfläche auf die atmosphärischen Verhältnisse festzulegen, während die unbemannten Fahrten die Erforschung von Luftschichten bezwecken, welche diesen Einfluss nicht mehr in dem Maasse besitzen. In Folge dieser Bemerkungen sieht sich Herr de Fonvielle veranlasst, auf die grosse Wichtigkeit aufmerksam zu machen, welche die Bestimmung der Temperatur des Weltenraums aus den Temperaturmessungen in den höchsten Schichten der Atmosphäre besitzen. Er lenkt die Aufmerksamkeit auf die Möglichkeit, in dieser Weise eine Auswahl zwischen der kinetischen Gastheorie, die eine Welttemperatur von 273 Grad unter Null verlangt, und der Fourrier'schen Theorie gestatte, da die letztere nur eine Temperatur des ausserirdischen Mediums festsetze, die sich wenig von dem Minimum der Erdoberfläche in den Polarregionen unterscheide.

Herr Erk lenkt die Aufmerksamkeit der Konferenz wieder auf die Instrumentenfragen zurück.

Er ist der Ansicht, dass bei den grossen Temperaturdifferenzen zwischen dem trockenen und feuchten Thermometer des Aspirations-Psychrometers es bedenklich ist, dass in der unmittelbaren Nachbarschaft des befeuchteten Thermometers ein Körper vorhanden ist, der wärmer ist als dieses letztere. Dieser Körper ist der innere Cylinder der Aspirationsvorrichtung. Die Fehler, welche diese Anordnung hervorbringen kann, vermeidet man leicht, wenn man diesen inneren Cylinder ebenfalls mit befeuchtetem Mousselin umwickelt. Wenn man diese Vorsichtsmassregel anwendet, wird das trockene Thermometer durch einen Cylinder A von der Temperatur t und das feuchte Thermometer durch einen Cylinder A' von der Temperatur t' gegen Strahlung geschützt.

Die Versammlung hört mit grossem Interesse diese Auseinandersetzungen an. Herr Assmann, welcher die von Herrn Erk genannten Befürchtungen nicht gelten lässt, ist der Meinung, dass man in dieser Beziehung leicht vergleichende Beobachtungen mit dem grossen Assmann'schen Ballon-Psychrometer anstellen könne, da dasselbe 2 feuchte Thermometer besitze, von welchem das eine leicht mit der Erk'schen Vorrichtung versehen werden könne.

In Bezug auf die Ausrüstung der bemannten Ballons bei internationalen Auffahrten kommt die Konferenz zu folgenden Beschlüssen:

1. Die Konferenz hält es für nothwendig, dass die instrumentelle Ausrüstung der bemannten Ballons für alle Theilnehmer möglichst dieselbe ist.
2. In Bezug auf die Barometer sind die betreffenden Beschlüsse bereits gefasst. (Siehe S. 18.)
3. Was die Bestimmung der Temperaturen angeht, so ist die Konferenz der Ansicht, dass das Aspirationsthermometer, welches in einer angemessenen Entfernung, jedoch wenigstens 1 m 50 cm vom Ballonkorb, aufzuhängen ist, das Normalinstrument für die bemannten Fahrten ist. Vergleichungen anderer Thermometer-Aufstellungen, besonders des Schleuderthermometers, sind natürlich nicht ausgeschlossen. (Siehe S. 122-126.)

Die Sitzung endet 5 Uhr 30 Nachmittags.

Am nächsten Tage findet ein Vortrag des Herrn Hergesell über den von v. Parseval-v. Siegsfeld erfundenen und von ihm und Herrn Moedebeck für meteorologische Beobachtungen verwandten Drachenballon statt.

---

5. Sitzung am 2. April 1898.

Die Kommission versammelt sich um 9 1/2 Uhr Vormittags in einem Hörsaal der Universität.

Anwesend die Herren: Assmann, Berson, Besançon, Braun, Cailletet, Erk, Fievez, de Fonvielle, Gerland, Freiherr v. Gutten-

berg, Heim, Hergesell, Hildebrandt, Hinterstoisser, Kowanko, Moedebeck, Mönnichs, Riggenbach, Rotch, Rubel, Rykatchew, Schmidt, Schultheiss, Spelterini, Tacchini, Teisserenc de Bort, Vogel, Graf v. Zeppelin.

Herr Hergesell hält einen Vortrag über den vorzuführenden meteorologischen Drachenballon und beschreibt an der Hand von Tafeln den Bau des Ballons und seine meteorologischen Einrichtungen. Nach Beendigung des Vortrags begaben sich die Mitglieder in den Hof der Trainkaserne, wo um 10 1/2 Uhr der Aufstieg erfolgte. Der Ballon hat einen Durchmesser von 4 1/2 m und eine Länge von 11 m. Sein Gewicht beträgt 110 kg, sein Volumen 222 cbm, seine Oberfläche 219 □m. Der Ballon ist mit reinem Wasserstoffgas gefüllt. Nachdem 600 m Kabel, von dem 100 m 5 kg wiegen, abgelassen waren, wurde dasselbe an dem von Riedinger gelieferten selbstaufzeichnenden Anemo-Dynamographen befestigt. Das Wetter war während des Versuchs das denkbar schlechteste. Es wehte bei reichlichem Regenfall ein heftiger Wind. Die Kommission konstatirt, dass trotz alledem der neue Ballon von einer bemerkenswerthen Stabilität ist.

Nachdem der Ballon, wegen der starken Beschwerung durch das Regenwasser, entlastet war, stieg er von neuem in die Höhe und verschwand in den Wolken, nachdem ungefähr 800 m Kabel abgelassen waren. Die Kommission stellt fest, dass der selbstregistrirende Anemo-Dynamograph, der ausser dem Azimut und der Neigung des Kabels die Zugstärke aufzeichnet, ohne Störung arbeitet.

Nachmittags folgte die Konferenz einer Einladung des Direktors des meteorologischen Landesdienstes zu einem Festmahl im Hôtel Stadt Paris, Abends einer solchen zu einem Herrenabend, veranstaltet vom Oberrheinischen Verein für Luftschiffahrt.

---

6. Sitzung am 3. April 1898.

Der Präsident eröffnet die Sitzung um 10 Uhr Vormittags.

Anwesend die Herren: Assmann, Berson, Besançon, Erk, Fievez, de Fonvielle, Freiherr v. Guttenberg, Hildebrandt, Hinterstoisser, Kowanko, Moedebeck, Rotch, Rubel, Rykatchew, Spelterini, Tacchini, Teisserenc de Bort.

Bevor die Versammlung in die weitere Erörterung eintritt, zeigt Herr Teisserenc de Bort den Mitgliedern einen Thermographen seiner Erfindung (siehe Anhang S. 112-113), der 3 Mal so gross gebaut ist als diejenigen, welche später bei den unbemannten Ballonfahrten dienen sollen. Er zeigt durch Versuche, dass sein Instrument sehr schnell die Temperatur der äusseren Luft annimmt und ausserdem für Stösse wenig empfindlich ist. Diesem Thermographen sind 2 Thermographen mit Bourdon-Röhren beigegeben, von welchen die eine eine polirte Oberfläche, die andere eine geschwärzte besitzt. Herr Teisserenc de Bort setzt auseinander, dass, wenn die Angaben dieser beiden Instrumente identisch sind, man sicher ist, dass der Einfluss der Sonnenstrahlung in keiner Weise die Temperaturmessung der Luft gestört hat.

Des Weiteren zeigt er eine von ihm erfundene mechanische Ventilations-Vorrichtung und eine Kork-Kiste, die er als beste Hülle für die Uhren der Registrir-Instrumente vorschlägt, da sie als ein sehr schlechter Wärmeleiter das Uhrwerk vor intensiver Erkaltung schützt.

Desgleichen zeigt Herr Hergesell 2 neu konstruirte Thermometer vor, die eine sehr geringe thermische Trägheit besitzen und vorzüglich geeignet sind, um schnellen Temperaturwechseln zu folgen.

Bei dem einen besteht der wärmeempfindliche Körper aus 30 neusilbernen Drähten von sehr geringem Durchmesser ($^1/_{10}$ mm), bei dem anderen aus dünnen neusilbernen Platten von 1 cm Breite und $^1/_{10}$ mm Dicke. (Siehe Anhang S. 113-114.)

Bei Eintritt in die Verhandlung begrüsst der Präsident Herrn Rykatchew, der bereits am Tage vorher dem Aufstieg des Drachenballons beigewohnt hat.

Der Präsident gibt ihm eine kurze Uebersicht über die bisherigen Verhandlungen.

Herr Rykatchew vertheilt sodann einige Abbildungen von Instrumenten, die in Petersburg gelegentlich der unbemannten Fahrten gebraucht wurden, insbesondere beschreibt er eine neue von ihm konstruirte Ventilations-Vorrichtung, deren Prinzip darin besteht, den Schutzschirm selbst rotiren zu lassen. Auf Wunsch der Versammlung verspricht Herr Rykatchew eine nähere Beschreibung dieses Apparats. (Siehe Anhang S. 115 u. 117-118.)

Im Anschluss an die vorgeführten Instrumente von Herrn Teisserenc de Bort und Herrn Hergesell beschreibt Herr Assmann einen Thermographen seiner Erfindung, der auf der Differenz der Ausdehnung zweier Drähte von verschiedenem Metall beruht.

Bei der nun folgenden Besprechung der Ventilationsfrage der Thermometer, in welcher Herr Teisserenc de Bort darauf aufmerksam macht, dass die Rotation des Schutzschirmes schon seit einer Reihe von Jahren auf Schiffen zur Bestimmung der wahren Lufttemperatur benutzt wurde, sind alle Redner darüber einig, dass eine Ventilation der Instrumente unbedingt nothwendig ist.

Herr de Fonvielle erinnert hierbei an den Vorschlag des Herrn Besançon, in grosser Höhe eine Ventilation durch Anwendung eines selbstthätigen Ballastwerfers herbeizuführen.

Man schreitet hiernach zur Besprechung der zweiten Nummer des zweiten Hauptheiles des Programms (Organisation der zukünftigen internationalen Ballonfahrten).

Zu Anfang der Diskussion bemerkt der Präsident, dass es zur Zeit nicht statthaft sein dürfte, allgemeine Grundsätze für die Zeiten der internationalen Aufstiege und die Wahl der Aufstiegsorte aufzustellen. Er drückte den Wunsch aus, dass die Versuche, die Zahl der Theilnehmer an den internationalen Aufstiegen zu vermehren, auch in Zukunft mit Erfolg fortgesetzt werden.

Bei dieser Veranlassung hält es die Konferenz für ihre Pflicht, den verschiedenen Regierungen, die ihre Mitwirkung bei den wissenschaftlichen Luftschiffahrten bisher bethätigt oder in Zukunft versprochen haben, ihren wärmsten Dank auszusprechen; insbesondere dankt sie dem K. u. K. Reichs-Kriegsministerium von Oesterreich-Ungarn, welches in Zukunft die internationalen Ballonfahrten auch in Oesterreich-Ungarn unterstützen wird und ein besonderes Interesse für die Verhandlungen durch Absendung eines Delegirten, des Herrn Oberlieutenants Hinterstoisser, gezeigt habe.

Die Konferenz dankt weiter der belgischen Gesellschaft für Astronomie für die ausgesprochene Absicht, sich in Zukunft an den internationalen Experimenten zu betheiligen. Sie dankt ferner allen wissenschaft-

lichen Instituten, die bisher die wissenschaftliche Luftschiffahrt unterstützt haben.

Auf Vorschlag des Herrn Besançon, der durch die Herren Hergesell und Moedebeck unterstützt wird, beschliesst die Konferenz eine internationale Auffahrt am Anfang des Monates Juni dieses Jahres. Bei dieser Auffahrt sollen von allen Theilnehmern nur Ballons aufgelassen werden, die eine instrumentelle Ausrüstung gemäss den gefassten Konferenzbeschlüssen haben.

Auf Vorschlag des Herrn Besançon beschäftigt sich die Versammlung noch einmal mit der Ausrüstung der unbemannten Ballons und beschliesst, dass jedesmal, um einen Vergleich der neueren vollkommeneren Instrumente, die noch dazu von einer Auffahrt zur anderen sich ändern können, mit den alten bisher gebrauchten zu erhalten, ein älteres Instrument (Baro-Thermograph von Richard frères) mit hinaufgesandt werden soll.

In Bezug auf die Ausrüstung der bemannten Ballons bei der nächsten internationalen Auffahrt fordert Herr Assmann sämmtliche Theilnehmer, die noch nicht im Besitz eines Aspirationsthermometers sind, auf, sich ohne Zeitverlust an den Verfertiger dieses Instrumentes zu wenden, damit die Instrumente rechtzeitig für den angesetzten Termin geliefert würden. Im Nothfall wäre das Kgl. Preussische Meteorologische Institut zu Berlin bereit, die nöthigen Instrumente zu leihen. Herr Fievez frägt an, ob man nicht besondere Firmen als besonders geeignet empfehlen könne zur Lieferung der vorgeschlagenen Apparate. Die Konferenz ist jedoch darüber einig, dass es nicht empfehlenswerth sei, in dieser Beziehung besondere Namen zu nennen.

Herr Kowanko bemerkt, dass man bei jeder bemannten Fahrt einen Barographen und einen Thermographen benutzen soll. In Bezug auf den Thermographen erwidert Herr Hergesell, unterstützt durch die Herren Berson und Assmann, dass er den Vorschlag nicht unterstützen könne, da nur ein genügend ventilirter Thermograph mitgeführt werden müsste, ein solcher aber zur Zeit noch nicht existire.

Um die nächste internationale Auffahrt möglichst nutzbringend zu gestalten, fasst die Versammlung noch folgende Beschlüsse:

Die internationale Kommission bittet die Direktoren der verschiedenen meteorologischen Netze, wenn möglich, bei jedem internationalen Aufstieg, von dem der Präsident der Kommission rechtzeitig Anzeige erstatten wird, besondere meteorologische Beobachtungen vornehmen zu lassen; insbesondere empfiehlt es sich, die Beobachtungen der Bergstationen und, wenn solche vorhanden sind, der Drachenballons und Drachen an den Aufstiegstagen auszunutzen.

Die Diskussion beschäftigt sich hierauf mit dem letzten Punkt des zweiten Hauptheils des Programms (Wiederauffinden und Bergen der Registrirballons).

Auf Vorschlag des Herrn Moedebeck empfiehlt die Konferenz den Direktoren der meteorologischen Institute, bei jeder internationalen Auffahrt in den offiziellen Blättern eine genaue Instruktion für das Publikum zu veröffentlichen, welche die Vorschriften für die Behandlung des Ballons und der Instrumente enthält, ein Verfahren, welches im Uebrigen von den meisten Theilnehmern bereits beobachtet wurde.

Es entspinnt sich eine Erörterung, ob es vortheilhaft ist, die unbemannten Ballons mit einer Reissvorrichtung zu versehen. An derselben betheiligen sich die Herren Berson, Teisserenc de Bort, de Fonvielle und Kowanko.

Es kommen hauptsächlich zwei Systeme in Betracht, die von Moedebeck empfohlene Reissnaht und die nach Art eines Ventils sich öffnende Klappe.

Da die Konferenz keine besondere Methode empfehlen will, fasst man auf Vorschlag des Herrn Rykatchew den Beschluss: Dass man bei den Registrirballons unter allen Umständen eine möglichst wirksame Vorrichtung anwenden soll, die bei der Landung das Gas zum Entweichen bringt.

Man nimmt ferner den im Programm enthaltenen Vorschlag an: Dass die einzelnen Kommissionsmitglieder, in deren Gebiet der Ballon niedergeht, sich verpflichten, den Ballon und die Instrumente zu bergen, wie dies bereits bei den bisherigen Ballon-sonde-Fahrten zwischen Paris—Berlin und St. Petersburg verabredet worden war.

Einer Anregung des Herrn Moedebeck entsprechend, wird endlich vorgeschlagen: Die Registrirballons mit einer ins Auge fallenden Signalflagge von greller Farbe zu versehen.

Die Sitzung schliesst um 12 Uhr 30.

---

7. Sitzung am 4. April 1898.

Die Sitzung wird um 9 Uhr 40 Vormittags von dem Präsidenten Herrn Hergesell eröffnet.

Anwesend die Herren: Assmann, Berson, Erk, Fievez, de Fonvielle, Hergesell, Kowanko, Mönnichs, Rotch, Rubel, Rykatchew, Tacchini, Teisserenc de Bort.

Bevor in die Verhandlungen über den dritten Haupttheil des Programms eingetreten wird, schlägt der Präsident vor, einzelne noch im Rückstande befindliche Punkte des zweiten Haupttheiles zu erledigen. Es handelt sich im Wesentlichen um die Messungen über die Zusammensetzung der Luft, über die Sonnenstrahlung und die atmosphärische Elektricität.

Herr Hergesell schlägt vor, Herrn Cailletet, der leider der letzten Sitzung nicht mehr anwohnen konnte, im Namen der Konferenz für die bereits ausgeführten Versuche, die Zusammensetzung der Luft zu bestimmen, zu danken und ihn zu ersuchen, die so glücklich begonnenen Untersuchungen auch in der Folgezeit fortzusetzen. Die Konferenz nimmt diesen Vorschlag einstimmig an und spricht den Wunsch aus, dass auch von anderen Theilnehmern der internationalen Fahrten derartige Messungen vollführt werden.

Die Versammlung drückt ferner ihre vollen Sympathieen Herrn Violle, dem Präsidenten der internationalen Kommission für Strahlung, aus, den sein Gesundheitszustand leider verhindert hat, sich zur Konferenz einzufinden; sie bittet Herrn Cailletet, seinen Collegen einzuladen, eine Beschreibung seines selbstregistrirenden Aktinometers zu liefern. Auch hier wird allgemein der Wunsch ausgesprochen, dass die Strahlungsmessungen mit der Zeit ein Gegenstand des Arbeitsprogrammes der internationalen aëronautischen Kommission werden mögen.

Die Konferenz beschäftigt sich hierauf mit Instrumenten, die zur Messung der atmosphärischen Elektricität dienen. Sie empfiehlt die Methoden von Börnstein, Andrée und Le Cadet zur Bestimmung der Potentialdifferenzen. Im Anschluss hieran theilt der Präsident mit, dass der Direktor des Strassburger Physikalischen Instituts, Herr Professor Braun, sich an den elektrischen Messungen bei dem Aufsteigen von bemannten Ballons betheiligen will.

Die Konferenz hört ferner mit grossem Interesse die Mittheilung des Herrn Assmann über die Explosion von Luftballons in Folge einer elektrischen Ladung; Herr Assmann schlägt ein sehr einfaches Mittel vor, welches von Herrn von Siegsfeld ersonnen wurde, um diese Unglücksfälle zu verhüten. Dieses Verfahren besteht darin, im Innern des Ballons eine dünne Schicht einer zehnprozentigen Chlorcalciumlösung aufzutragen, die den Zweck erfüllt, den Ballonstoff durch Anziehung von Feuchtigkeit leitend zu machen. Ein Anstrich genügt für die Dauer eines Jahres.

Herr de Fonvielle bemerkt, dass der Gebrauch eines metallischen Ventils sehr gefährlich ist, dass es deshalb gerathen sein dürfte, die Luftschiffer vor dem Gebrauch desselben zu warnen.

Die Konferenz geht jetzt zur Behandlung des dritten Haupttheils des Programms über und beschäftigt sich zunächst mit dem Drachen.

Herr Rotch gibt einen geschichtlichen Ueberblick über seine auf dem Blue Hill-Observatorium angestellten Experimente, die im Einzelnen in einer gedruckten Abhandlung, welche er an die Mitglieder der Konferenz vertheilt, beschrieben sind. (Siehe Anhang S. 119-121.)

Herr de Fonvielle theilt mit, dass bei der nächsten Weltausstellung in Paris im Park von Vincennes ein geräumiger Platz für die Ausführung von Versuchen mit Drachen vorhanden sein wird.

Herr Teisserenc de Bort fügt einige Mittheilungen über die seit Oktober 1897 auf dem meteorologischen Observatorium zu Trappes angestellten Drachenversuche hinzu; er zeigt den Mitgliedern der Versammlung einige interessante Registrirkurven, aus welchen unter Anderem hervorgeht, dass bei einem Versuch die Temperatur sich um 11 Grad erhöhte, als der Drachen auf 1300 m

gestiegen war. Diese Resultate wurden bei einem Drachenaufstieg erhalten, der nahezu 18 Stunden dauerte. Herr Rykatchew empfiehlt bei allen Drachenaufstiegen einen selbstregistrirenden Anemographen mit emporzusenden; er zeigt bei dieser Gelegenheit die Photographie eines für diesen Zweck nach seinen Plänen zu St. Petersburg konstruirten Anemographen (siehe Anhang S. 114 bis 116), ferner die von diesem Instrument gelieferte Kurve, als es an einem Drachen in einer Höhe von 760 m hing. Herr Hergesell verweist sodann auf die Mittheilungen, welche ihm von verschiedenen Instituten zugegangen sind, und weitere Drachenversuche in Aussicht stellen. (Siehe im Anhang die Schreiben der deutschen Seewarte, des Chefs des amerikanischen Wetterbüreau, des Präsidenten der belgischen astronomischen Gesellschaft.) Herr Erk theilt mit, dass der Münchener Verein für Luftschiffahrt in Verbindung mit der meteorologischen Centralstation München gleichfalls Versuche mit Drachen zur Ausführung bringen wird.

Nach einer weiteren Diskussion, an der sich die Herren Assmann, Rotch, Teisserenc de Bort, de Fonvielle, Fievez, Hergesell und Rykatchew betheiligen, fasst die Versammlung folgenden Beschluss:

> Die Konferenz dankt in erster Linie Herrn Rotch für seine interessante Mittheilung über die Methoden und Instrumente für die meteorologischen Drachenversuche. Da sie der Ansicht ist, dass die Drachen, eventuell die Verbindung von Drachen mit einem Drachenballon, Beobachtungsapparate von der grössten Wichtigkeit für eine meteorologische Station sind, so spricht sie den Wunsch aus, dass alle Central-Observatorien die von Herrn Rotch angebahnten Studien, welche für die Meteorologie von höchster Bedeutung sind, fortsetzen mögen.

Die Erörterung, an der sich die Herren Hergesell, Berson, Kowanko, Rykatchew und Assmann betheiligen, beschäftigt sich im Folgenden mit den am Samstag den 2. April ausgeführten Versuchen mit dem Drachenballon.

Alle Redner konstatiren, dass derselbe vorzüglich geeignet ist, auch bei schlechtem Wetter die meteorologischen Instrumente

in die höheren Luftschichten zu tragen. Es wird von der Versammlung folgender Beschluss gefasst:

> Die Konferenz spricht den Wunsch aus, dass alle grösseren meteorologischen Observatorien sich in den Besitz eines meteorologischen Drachenballons setzen, auf dass man auf diese Weise eine gewisse Zahl von meteorologischen Stationen in der freien Atmosphäre erhalte.

Bei einer nun folgenden Diskussion über die wünschenswerthe Ausbreitung der wissenschaftlichen aëronautischen Experimente wird von Herrn Hergesell besonders die Wichtigkeit solcher Versuche jenseits der Alpen hervorgehoben. Herr Tacchini setzt die Verhältnisse auseinander und verspricht, seinerseits Alles zu thun, um die aëronautischen Bestrebungen zu fördern.

Die Versammlung fasst hierauf folgenden Beschluss:

> Die internationale Kommission drückt den Wunsch aus, dass man wegen der günstigen Lage des Monte Cimone und des Aetna bei den hier schon bestehenden Bergobservatorien einen regelmässigen Beobachtungsdienst mit Drachen einrichten möge, der besonders an den Tagen der internationalen Auffahrten in Thätigkeit sein soll. Die Kommission erklärt des Weiteren, dass es sehr wünschenswerth sein würde, wenn ein Drachenballon im aëronautischen Park zu Rom in Thätigkeit käme, um auf diese Weise fortlaufende meteorologische Beobachtungen zu erhalten.

Der Präsident dankt hierauf den Vertretern der verschiedenen Länder, die an den Arbeiten der internationalen aëronautischen Kommission theilgenommen haben, insbesondere macht er auf die werthvolle Thätigkeit der französischen Luftschiffer-Kommission aufmerksam und spricht die Hoffnung aus, dass dieselbe auch in Zukunft im selben Sinne wirksam sein möge.

Die Herren Hergesell, Assmann und de Fonvielle schlagen vor, die Kommission durch folgende Herren als Mitglieder zu verstärken: Tacchini, Prinz Roland Bonaparte, Teisserenc de Bort,

Hildebrandsson, Pernter, Hinterstoisser, Moedebeck und v. Siegsfeld. Diese Vorschläge werden einstimmig gebilligt.

Hierauf erbittet Herr de Fonvielle das Wort, um die Aufmerksamkeit der Konferenz auf die Anstrengungen zu richten, die zur Zeit von verschiedenen Regierungen und Forschern angestellt werden und den Zweck haben, die Spuren Andrées, der der Vertreter Schwedens in der Kommission ist, aufzufinden.

In Folge dieser Mittheilung spricht die Kommission für alle diese hochherzigen Unternehmungen ihren wärmsten Dank aus.

Herr Tacchini ergreift das Wort, um der Versammlung vorzuschlagen, dass die nächste Konferenz der internationalen aëronautischen Kommission im Jahre 1900 zu Paris, gelegentlich der Weltausstellung, stattfinde, Herr Rykatchew unterstützt diesen Vorschlag aufs Wärmste, desgleichen der Präsident, der sofortige Abstimmung vorschlägt.

Der Vorschlag wird einstimmig angenommen.

Herr de Fonvielle dankt der Versammlung für diesen Beschluss.

Herr Tacchini fügt noch hinzu, dass die nächste Konferenz natürlich zur selben Zeit stattfinden werde, wie die anderen meteorologischen Konferenzen gelegentlich der Weltausstellung.

Herr Rykatchew erbittet noch einmal das Wort, um Einigkeit über den Austausch der Beobachtungen bei den internationalen Fahrten zu erzielen.

Auf seinen Vorschlag wird folgender Beschluss gefasst:

> Die Konferenz spricht den Wunsch aus, dass die bei den internationalen Fahrten erhaltenen Kurven und Diagramme, ebenso wie die Augenbeobachtungen im Korbe der bemannten Ballons sobald wie möglich veröffentlicht, beziehungsweise zwischen den einzelnen Theilnehmern ausgetauscht werden.

Hierauf schliesst der Präsident die Konferenz, indem er allen Mitgliedern der Kommission, die an den Verhandlungen Theil genommen haben, insbesondere auch den Schriftführern für ihr mühevolles Amt den wärmsten Dank ausspricht.

Er ladet die Versammlung ein, sich um 5 Uhr auf den Ballonplatz vor dem Steinthor zu begeben, um dem Aufstieg des Registrirballons «Langenburg» beizuwohnen.

Der Aufstieg fand in Gegenwart Seiner Durchlaucht des Fürsten Hohenlohe statt. Der Ballon führte ausser dem Baro-Thermographen von Richard die neuen Thermographen von Teisserenc de Bort und von Hergesell mit. Derselbe erhob sich schnell in die Lüfte und verschwand nach 5 Minuten in ostnordöstlicher Richtung in den Wolken.

Die Konferenz trennt sich mit der Hoffnung, sich im Jahre 1900 in Paris wieder zu treffen.

RAPPORT

DE LA

COMMISSION INTERNATIONALE AÉRONAUTIQUE.

RÉUNION DE STRASBOURG

DU

31 MARS — 4 AVRIL 1898.

Liste des invités à la conférence.

1. Les membres de la Commission Aéronautique Internationale: MM. Assmann, Berson, Berlin; Rotch, Boston; Erk, Munich; Angot, Besançon, Bouquet de la Grye, Cailletet, de Fonvielle, Hermite, Jaubert, Paris; Kowanko, Pomortzeff, Rykatchew, St. Petersbourg.

2. Les membres du Comité Météorologique International: MM. de Bezold, Prusse; Billwiller, Suisse; de Brito-Capello, Portugal; Davis, République Argentine; Eliot, Inde; Hann, Autriche; Hepites, Roumanie; Hildebrandsson, Suède; Mascart, France; Mohn, Norvège; Moore, Etats-Unis; Paulsen, Danemark; Russell, Nouvelles-Galles du Sud-Australie; Rykatchew, Russie; Scott, Angleterre; Snellen, Pays-Bas; Tacchini, Italie.

3. MM. Capitaine de Parseval, Riedinger, Augsbourg; Riggenbach, Bâle; Capitaine Gross, Guessfeld, Commandant Klussmann, Premierlieutenant de Siegsfeld, Berlin; Glaisher, Croyden; van Bebber, Koeppen, Neumayer, Hambourg; Schultheiss, Karlsruhe; Schiaparelli, Milan; Commandant Brug, Finsterwalder, Capitaine baron de Guttenberg, Linde, Vogel, Munich; Renard, Teisserenc de Bort, Violle, Paris; Odone, Pavie; Woeikoff, St. Petersbourg; Becker, Braun, Gerland, Hildebrandt, Moedebeck, Moennichs, Reye, Rubel, Strasbourg; Auguste Schmidt, Comte de Zeppelin, Stuttgart; Boltzmann, Premierlieutenant Hinterstoisser, Pernter, Chevalier de Stach, Trabert, Vienne; Billwiller, Heim, Spelterini, Zurich.

PROGRAMME

DE LA

CONFÉRENCE CONVOQUÉE A STRASBOURG

LE 31 MARS 1898

PAR LA

COMMISSION INTERNATIONALE AÉRONAUTIQUE.

I.

Discussion des quatre premiers ascensions internationales.[1])

1. Résultats obtenus avec les instruments employés jusqu'à présent, tels que: baromètres, thermomètres, montres etc.

2. Discussion sur l'équipement technique des ballons et les incidents, qui se sont produits dans le voyage aérien. (Construction, lancement, gonflement des ballons etc.)

3. Discussion des résultats météorologiques obtenus directement ou indirectement par les ascensions internationales. Messieurs les rapporteurs des différents centres d'observation sont priés de recueillir ici les renseignements qui leur paraîtront utiles pour guider l'assemblée dans l'examen des questions précédentes.

II.

Organisation et équipement des entreprises aéronautiques à venir.[1])

1. Equipement instrumental des ballons.

a) Instruments et méthodes qui servent à fixer l'élévation du ballon. (Baromètres, méthode photographique de M. Cailletet, méthodes géodésiques etc.)

[1]) On aura à examiner successivement les ascensions avec les ballons [illegible] et les ballons montés

b) Instruments qui servent à faire des observations météorologiques.

c) Instruments qui servent à d'autres recherches physiques p. ex. la composition de l'air, l'intensité de la radiation, l'électricité de l'atmosphère etc.

d) Discussion sur les méthodes qui permettent d'étudier les instruments en les plaçant exactement dans les mêmes circonstances auxquelles ils seront exposés pendant l'expérience.

2. Organisation des expériences internationales, qui seront entreprises à l'avenir.

a) Quelles sont les stations à choisir; de quelle manière mettra-t-on en relation les différentes stations et combinera-t-on les diverses ascensions?

b) D'après quels principes fixera-t-on les époques des expériences internationales et quels seront les moments de départ assignés aux différents ballons?

c) Comment utilisera-t-on les observations des observatoires élevés, et surtout celles des stations de cerf-volants et de ballons cerf-volants pour l'étude simultanée des couches d'air inférieures.

d) D'après quels principes choisira-t-on les stations météorologiques du réseau international dont les observations serviront pendant les expériences de ballons?

e) Règles générales pour récupérer les ballons sondes. Ne pourrait-on faciliter la recherche et la restitution de ces ballons en convenant que les membres de la Commission dans le territoire desquels le ballon tomberait, se chargeraient de sa mise en sûreté!?

III.

Explications sur les essais faits jusqu'à présent pour obtenir des stations météorologiques permanentes et flottantes dans l'atmosphère.

1. Usage des cerf-volants pour des observations scientifiques. M. L. Rotch, directeur de l'observatoire de Blue Hill a bien voulu rédiger un rapport à ce sujet.

2. Comment peut-on utiliser dans un but scientifique le ballon cerf-volant inventé par M. de Parseval et de Siegsfeld.

Un ballon cerf-volant construit par M. Riedinger et muni d'instruments par l'institut météorologique de Strasbourg sera mis en service devant les membres de la commission par MM. le capitaine Moedebeck et Hergesell.

3. Discussion des questions générales qui touchent à ce sujet dans le but d'établir, que les stations météorologiques, libres dans l'atmosphère, sont de grande importance même si elles n'atteignaient qu'une hauteur médiocre et ne pourraient avoir qu'une durée très limitée.

PREMIÈRE SÉANCE.

Le 31 Mars 1898.

La séance s'ouvre à 10 h. 15 m. A. M. sous la présidence de M. Hergesell.

Etaient présents: S. Excellence le Ministre, M. de Schraut; S. Excellence le Général de Jena, Gouverneur de Strasbourg; Baron de Freyberg, prefect du département de la Basse-Alsace; Sa Magnificence le Professeur Windelband, recteur de l'Université de Strasbourg; Dr. de Schlumberger, président du Landesausschuss; MM. Assmann, Berson, Braun, Cailletet, Erk, Fievez, de Fonvielle, Gerland, de Guttenberg, Heim, Hergesell, Hildebrandt, Hinterstoisser, Klussmann, Moedebeck, Moennichs, Riedinger, Rotch, Rubel, Schmidt, Spelterini, Tacchini, Teisserenc de Bort, Vogel, Comte de Zeppelin.

Après quelques termes de salutation le Président donne la parole au ministre de Schraut. Son Excellence s'exprime en ces termes:

«Messieurs!

Je suis heureux de souhaiter la bienvenue au nom du Gouvernement à la Commission Aéronautique Internationale. Nous éprouvons une joie exceptionnelle en saluant des hommes distingués qui consacrent leurs efforts à une affaire si importante.

En se développant la météorologie a provoqué un nouveau progrès de la physique de l'atmosphère. Jusqu'à présent cette science etait liée à la surface de la terre et ne pouvait explorer que les couches d'air voisines du sol. Les observations faites dans ces conditions ont été si nombreuses et si importantes qu'il est devenu indispensable d'explorer les couches supérieures. Les résultats obtenus par les ascensions à grandes hauteurs imaginés par des savants français jusqu'à une hauteur de 15 kilomètres à l'aide d'un ballon non monté sont considérables. Les ascensions en ballon monté exécutées avec tant de zèle en Russie et en Allemagne n'ont pas une moindre importance. Grâce à la Commission quatre ascensions internationales simultanées ont été exécutées en ballon libre et en ballon monté et les résultats seront discutés dans la session qui s'ouvre aujourd'hui. Par suite des connaissances acquises on doit construire de nouveaux instru-

ments et faire des projets de travaux futurs; un autre point important dont l'aérostation scientifique doit s'occuper est la création dans l'atmosphère libre de stations permanentes. Les expériences des Americains avec des cerfs volants servent à la solution de ce problème. M. le directeur Rotch, qui nous honore de sa présence, a atteint ainsi une hauteur de plus de 3000 mètres, et y a maintenu son appareil pendant plusieurs heures. Jamais on n'avait pensé d'employer les ballons cerf-volants à cet usage. Nous avons essayé à Strasbourg pour la première fois de nous servir dans ce but d'un ballon cerf-volant. L'institut météorologique d'Alsace-Lorraine aura la grande satisfaction de mettre son œuvre sous les yeux de la conférence.

Messieurs! Le programme de vos travaux est considérable et important. Que vos efforts aient les succès que vous en espérez! Puissiez-vous trouver dans les intervalles de vos travaux et sous les formes les plus agréables le repos que vous aurez bien mérité, et jouir alors de la considération, qui vous entoure de toutes parts, c'est en exprimant les désirs que je vous souhaite de nouveau la bienvenue.»

M. le Président a donné ensuite la parole au Recteur de l'Université de Strasbourg. Sa Magnificence M. Windelband s'est exprimé:

«Au nom de l'Université de l'Empereur Guillaume j'ai en ma qualité de Recteur actuel l'honneur de recevoir la Commission Aéronautique Internationale et d'exprimer la vive sympathie que nous portons à ses intentions et à ses travaux scientifiques. L'Organisation internationale de l'investigation météorologique que vous représentez, Messieurs, marque un pas de plus dans cet élargissement graduel de l'horizon intellectuel de l'humanité qui constitue l'histoire des sciences.

C'est dans les imaginations étroites et séparées des différentes nations que la pensée humaine naquit. Elle trouva d'abord dans la civilisation méditerranéenne des idées générales effaçantes les différences primitives.

Mais ce ne fut qu'au temps de la Renaissance que l'homme parvint à dominer intellectuellement notre planète et à comprendre sa position dans l'univers. Ce terrain de la vie intellectuelle ayant été conquis, la science s'est efforcée par des chemins innombrables

à nous y orienter de plus en plus. Vous, Messieurs, vous êtes en train de l'élargir, d'ajouter l'atmosphère au domaine de la science et de faire, qu'elle aussi soit son atelier.

Les progrès des sciences et la perfection de l'intelligence technique que notre siècle nous a donnés, vous les employez pour faire avouer au plus mobile des éléments les lois fixes de ses mouvements.

Mais vous ne sauriez atteindre ces résultats que par un travail commun qui, opérant sur une vaste étendue de pays selon un programme solidaire, ne connait pas les frontières des états et des peuples.

Ainsi nous avons dans votre organisation pour ainsi dire une image de l'homme qui de nature «glebae addictus» s'est élevé par la science dans une haute sphère de solidarité intellectuelle. Nous sommes heureux que Strasbourg soit un membre actif de cette grande union; nous vous remercions, Messieurs, d'avoir choisi notre ville pour votre session. Nous espérons que vos travaux vous laisseront le temps d'examiner les belles institutions qui ont été données à notre Université. Nous souhaitons à vos conférences un cours profitable et un riche succès pour le progrès de la science et la prospérité des peuples qui se sont paisiblement réunis à son service.»

M. de Fonvielle répond comme suit:

«Messieurs!

Je suis véritablement reconnaissant à notre honorable président, le professeur Hergesell, d'avoir estimé que la nature de mes fonctions m'appelait au périlleux honneur de répondre au nom de la Commission internationale aux deux excellents discours que d'éminents orateurs viennent de prononcer devant elle.

Ainsi que M. le ministre de Schraut a bien voulu le rappeler, c'est en France, à Paris que, grâce aux travaux de deux infatiguables aéronautes, les ascensions des ballons-sondes ont pris naissance. Mais il serait injuste de ne pas ajouter que la modeste initiative de MM. Hermite et Besançon n'aurait exercé qu'une médiocre influence sur les progrès de la physique aérienne, si les résultats obtenus avec leurs seules ressources n'avaient rencontré à Strasbourg, à Berlin, à St-Pétersbourg et à Munich des

approbateurs éclairés, des collaborateurs dévoués, véritablement dignes de l'admiration de ceux qui les ont précédés dans la carrière. Oui, ces belles entreprises n'auraient atteint que des proportions bien moindres si elles n'avaient suscité en Allemagne et en Russie les plus illustres patronages!

Ainsi que le Ministre vient de nous le rappeler, les quatre concours internationaux, dont notre devoir est d'apprécier les conséquences scientifiques, ont déjà obtenu d'heureux résultats au point de vue morale, car ils ont agrandi dans une proportion inespérée la zône atmosphérique étudiée par la physique contemporaine. Les cerfs-volants de notre collègue, M. Rotch, se sont élevés à des hauteurs qu'atteignent à peine les plus célèbres observatoires de montagne! Les ballons cerf-volants de MM. de Siegsfeld et de Parseval ainsi que ceux de MM. Hergesell et Moedebeck ont déjà offert le spectacle de bouées aériennes bravant la fureur des vents aussi victorieusement que les bouées marines se jouent des efforts des vagues. Pendant la dernière tempête qui a bouleversé l'Atlantique, n'a-t-on pas vu le captif de Strasbourg supporter triomphalement le poids de neiges formidables ?

Comme M. le Ministre vient de proclamer le nombre des questions que la Conférence de Strasbourg est appelée à étudier, offre intérêt immense. Mais nous saisissons l'occasion de cette déclaration pour avouer franchement que nous n'avons nullement l'espérance de résoudre complètement dans notre session aucun de ces magnifiques problèmes. Quoique nos travaux commencent sous d'heureux auspices, et que le ciel semble se montrer favorable à nos expériences, nous croirons avoir assez bien mérité de la science et de l'humanité, si nous sommes parvenus à donner quelque indication féconde aux esprits d'élite, aux intellectuels véritables, qui prennent part à cette croisade vraiement digne de notre âge.

En effet, comme dans des termes inspirés par un si profond sentiment philosophique vient de le dire le Recteur de cette antique Université, c'est pour la conquête de l'Océan aérien, par l'étude de ses flots mystérieux et diaphanes à travers desquels nous contemplons les astres éternels que la solidarité humaine s'affirme avec un éclat invincible. C'est en parcourant les plaines

de l'air que nous sentons le besoin impérieux d'élever notre pensée jusqu'au créateur et de couronner dignement ce siècle remarquable qui, dans ces débuts, a admiré les premières merveilles de la pile de Volta et qui, près d'entrer tout entier dans l'histoire, a salué les miracles de Röntgen!

C'est donc avec la conviction profonde de remplir la mission que m'a confiée notre Président, et d'être l'organe de la Conférence internationale, que je remercie au nom des savants réunis dans cette enceinte, M. le Ministre, Son Excellence de Schraut et M. le recteur Windelband, des paroles qu'ils ont prononcées au nom du Gouvernement et de l'Université dont ils sont les interprètes, et qu'ils représentent.»

Le président communique les noms des messieurs qui ont reçu une invitation pour la conférence. Il propose de ne donner qu'une voix consultative aux messieurs qui ne sont pas membres de la Commission. (Adopté.)

Le Président propose de nommer outre le sécretaire général M. de Fonvielle, MM. Berson et Rubel comme secrétaires. La proposition est adoptée.

Sur la remarque faite par M. Teisserenc de Bort et le Président on reconnaît que le temps manque pour discuter les quatre ascensions internationales qui ont été du reste décrites dans des publications spéciales.

On passe donc à la discussion de la question 2 du programme.

M. Cailletet propose l'emploi d'un délesteur automatique et M. de Fonvielle donne des renseignements sur les raisons qui conduisent M. Besançon à proposer la suppression du délesteur. M. Cailletet répond en faisant une description d'un délesteur à eau alcoolisée de son invention.

M. Berson décrit un délesteur automatique à eau employé à Berlin. M. Cailletet approuve l'idée de ce délesteur, toutefois il fait remarquer que son usage est peu compatible avec l'emploi de son appareil photographique. — M. Hergesell décrit un délesteur chargé de limaille de fer. Celui-ci possédant un petit volume ne peut déranger les instruments par le jet du lest.

M. Assmann décrit un dispositif imaginé par M. Kowanko qui décharge le ballon du sac vidé du délesteur.

Sur la proposition du Président et à la suite d'un amendement de M. Assmann on adopte la résolution suivante:

«La Conférence estime que l'introduction d'un délesteur automatique est nécessaire pour le lancer des ballons-sondes; il est bien entendu qu'on doit prendre toutes les mesures de précaution afin que le fonctionnement des instruments ne soit pas troublé.»

La Commission discute ensuite les accidents qui se sont produits dans les différents lancers internationaux, surtout l'arrêt des mouvements d'horlogerie; il résulte des explications échangées par MM. Hergesell, Cailletet, Tacchini, Assmann, Berson que ces arrêts sont fortuits et se produisent même quand on a eu soin d'enlever l'huile des rouages; cependant certains mouvements résistent bien à l'effet du froid sans cause apparente.

M. Teisserenc de Bort pense que l'arrêt doit être attribué surtout à la contraction des platines dans les températures très basses. Les pivots sont aussi serrés dans leurs chapes en même temps que les «portées» des axes sont appuyées contre les montures; les arrêts sont aussi d'autent plus à craindre que le mouvement d'horlogerie est plus exactement ajusté.

M. Cailletet décrit ensuite une disposition au moyen de laquelle les phénomènes produits par la contraction des corps de l'horloge peuvent être évités. On place les axes des roues dans des boîtes en pierres dures de manière que le changement de place des plaques de support des axes des roues ne peut produire aucune pression.

La Conférence recommande la construction d'horloges de cette espèce.

L'Assemblée s'occupe ensuite de l'évaluation de la force ascensionnelle des ballons et de l'influence de la température du gaz sur cet élément. Prennent part à la discussion: MM. Hergesell, Moedebeck, de Fonvielle, Assmann, Teisserenc de Bort, Berson.

La résolution suivante est adoptée:

«La Conférence est d'avis qu'il est nécessaire de mesurer à chaque ascension non montée le poids du matériel aéronautique, la force ascensionnelle au départ et d'enregistrer aussi exactement que possible la température véritable du gaz pendant toute la durée de l'ascension.»

«On doit publier aussi vite que possible ces observations de même que les courbes des enregistreurs.»

L'Assemblée se sépare à 12 h. 30 m. pour se rendre à l'invitation de S. A. le prince Hohenlohe-Langenburg, gouverneur-général d'Alsace-Lorraine, qui a offert un déjeuner intime dans son Palais.

Le prince de Hohenlohe, protecteur savant et ami fervent de l'aéronautique scientifique, a bien voulu montrer par cette invitation le grand intérêt qu'il prend aux efforts de la Commission Aéronautique Internationale. Dans plusieurs toasts on lui a exprimé toute la gratitude de l'Assemblée pour les témoignages de vif intérêt qu'il a bien voulu donner à la conférence.

DEUXIÈME SÉANCE.

Le 31 Mars 1898.

La séance est ouverte à 4 h. 10 m. P. M.

Sont présents: MM. Assman, Berson, Cailletet, Erk, Fievez, de Fonvielle, de Guttenberg, Heim, Hergesell, Hildebrandt, Hinterstoisser, Moedebeck, Riedinger, Rotch, Rubel, Schmidt, Spelterini, Tacchini, Teisserenc de Bort, Vogel.

Le Président fait connaître les mesures qu'il a prises pour activer les travaux de la Commission. Il dépose ensuite sur le bureau les lettres, qui sont écrites sur cette matière. (V. p. 72-83.)

M. Hergesell fait ensuite connaître à l'Assemblée que le commandant du détachement aéronautique du royaume de Prusse, M. le major Klussmann, se trouve malheureusement empêché par son service d'assister aux séances suivantes. Le savant officier a prié le Président, de déclarer en son nom, que le détachement aéronautique de Prusse participera toujours de toutes ses forces aux expériences d'aérostation scientifique. En particulier, il fera en sorte que dans les nombreuses ascensions du détachement aéronautique on déterminera toujours la température du gaz, ainsi qu'on l'a décidé à la conclusion de la première séance. La Conférence prend connaissance de ces explications avec beaucoup d'intérêt et exprime ses vifs remercîments au major Klussmann. Puis elle passe à l'examen de la seconde section de son programme.

Dans la discussion des moyens employés pour déterminer la hauteur le Président donne la parole à M. Teisserenc de Bort qui donne lecture du premier chapitre d'un rapport imprimé, dans lequel il a traité cette question. (V. p. 84-88.)

M. de Fonvielle approuve les conclusions de M. de Teisserenc de Bort, mais il croit nécessaire de montrer qu'il est utile de procéder à la vérification de la loi de Laplace pour le calcul des hauteurs barométriques, opération qui a été attaquée par quelques physiciens.

M. Teisserenc de Bort fournit quelques explications supplémentaires sur ce qu'il a dit dans son rapport, à savoir que la formule barométrique en tenant compte de la vraie température de l'air et des corrections indiquées par M. Angot relativement à l'intégration employée dans la formule usuelle donne des résultats satisfaisants. Il insiste sur l'intérêt que présente cette détermination comparée aux mesures directes pour l'étude du gradient vertical, dont il a prouvé l'existence il y a quelques années. Il distribue à ce propos aux membres de la réunion ses divers mémoires imprimés sur cette question.

MM. Berson et Assmann emploient successivement des arguments tirés de leurs expériences aérostatiques, pour constater que les calculs exécutés par les méthodes usitées conduisent souvent à des erreurs notables. Ils recommandent l'un et l'autre de calculer les hauteurs par tranches successives, en appliquant de plus une correction due au changement de la température des couches inférieures pendant l'ascension.

M. Assmann dépose sur le Bureau des exemplaires d'un travail imprimé contenant les résultats numériques des ascensions faites à Berlin dans lesquelles les calculs de hauteur sont conformes à la méthode qu'il vient de recommander.

M. Hergesell fait une proposition à laquelle M. Berson introduit quelques amendements pour la détermination de la hauteur. Il s'élève à ce sujet une vive discussion à laquelle prennent part MM. Berson, Cailletet, Teisserenc de Bort, Erk, Assmann et Hergesell; à la suite de ces débats il est nommé une souscommission composée de MM. Berson, Teisserenc de Bort, Erk et Hergesell.

Le Président de la commission doit faire connaître à ses collègues le résultat des travaux de la souscommission. (V. p. 127-138.)

On revient alors sur la discussion des points b, c et d de la seconde partie du programme. On s'occupe en premier lieu de la comparaison du baromètre anéroide avec le baromètre à mercure.

M. Cailletet décrit sommairement l'appareil qu'il a fait construire pour photographier d'une part l'extrémité de la colonne du baromètre à mercure et de l'autre, la partie de la surface de la terre répondant à la verticale du ballon.

M. Berson fait remarquer que les mouvements du baromètre à mercure ne représentent la pression atmosphérique qu'au moment où le mouvement du ballon n'a pas d'accélération verticale. L'orateur ajoute qu'à des températures basses, le mercure du baromètre ordinaire ne gêle pas immédiatement comme on pourrait le croire.

A la suite d'une remarque de M. Tacchini l'orateur reconnaît, que la lecture du baromètre à mercure demande une certaine habitude à cause des mouvements de la nacelle et des oscillations du menisque, qui en sont la conséquence. Cependant, pour éviter que l'on exagère la portée de ses critiques et que l'on en tire la conclusion qu'il est impossible de comparer dans la nacelle d'un ballon un baromètre anéroide avec un baromètre à mercure, M. Berson croit devoir déclarer que dans les circonstances normales la différence entre les lectures de l'anéroide et du baromètre à mercure ne s'élève qu'à un petit nombre de millimètres.

En discutant les méthodes pour contrôler les anéroides M. Tacchini appelle l'attention de l'assemblée sur l'importance qu'aurait l'exécution d'ascensions simultanées pour contrôler réciproquement les observations faites individuellement dans chaque station particulière.

M. Hergesell appuie énergiquement les observations présentées par M. Tacchini.

Après une discussion à laquelle prennent part MM. Berson, Assmann, Teisserenc de Bort, l'assemblée adopte la proposition suivante:

«*On exécutera dans les différentes stations des observations simultanées en contrôlant chaque fois les instruments par des ascensions montées. En outre on permutera les instruments entre les différentes stations dans le plus court espace de temps possible.*»

M. Tacchini propose de laisser aux observateurs toute la latitude quant au choix des moyens de contrôle et de leur conseiller en outre d'avoir recours à tous ceux qui leur semblent pratiques.

La séance est levée à 6 h. 30 m.

TROISIÈME SÉANCE.

Le 1er Avril 1898.

La séance est ouverte à 9 h. 30 m. A. M. sous la présidence de M. Hergesell.

Etaient présents: MM. Assmann, Berson, Besançon, Cailletet, Erk, Fievez, de Fonvielle, Gerland, de Guttenberg, Heim, Hergesell, Hildebrandt, Hinterstoisser, Kowanko, Moedebeck, Moennichs, Rotch, Rubel, Schmidt, Schultheiss, Spelterini, Tacchini, Teisserenc de Bort, Vogel.

Avant le dépouillement de la correspondance, M. de Fonvielle fait la proposition de nommer aux fonctions de secrétaire supplémentaire M. Charles Fievez, secrétaire de la Société Belge d'Astronomie qu'il représente.

En prenant possession de ses fonctions, M. Fievez remercie l'Assemblée et lui offre des exemplaires des publications de la Société Belge d'Astronomie.

M. Hergesell ouvre la séance par la lecture de la correspondance. Afin de fixer les idées de la commission sur la question du thermomètre il donne la parole à M. Teisserenc de Bort pour procéder à la lecture de la seconde partie du mémoire imprimé qu'il a distribué aux membres de la Conférence. Ce chapitre a trait à la détermination de la température de l'air. (V. p. 88-92.)

M. Hergesell communique son memoire du «*Meteorologische Zeitschrift*» N° XII, décembre 1897, page 443—448, où on trouvera plus loin les parties essentielles. (V. p. 93-103.)

M. Cailletet présente un thermomètre de son invention consistant en un tube en argent mince en forme de spirale soudé à un tube en verre. Il dit que cet appareil se met en équilibre de température au bout d'environ 15 secondes pour une différence de 60 degrés centigrades. Le liquide employé est du Toluole.

M. Besançon qui vient d'arriver à Strasbourg est introduit par M. W. de Fonvielle.

M. le Président lui souhaite la bienvenue et lui demande l'état de santé de M. Hermite. Sur la proposition de M. Hergesell, l'Assemblée décide l'envoi d'un télégramme dont la rédaction est confiée aux soins du Président et qui exprimera les regrets de l'Assemblée pour son absence et la maladie qui la motive.

On discute ensuite la ventilation des thermomètres.

M. Teisserenc de Bort propose d'agiter l'air autour des thermomètres à l'aide d'un ventilateur mû par un poids suspendu à un fil de soie ou d'acier ayant 1500 mètres de longueur.

MM. Assmann et Berson prennent successivement la parole pour déclarer qu'ils ont essayé un système analogue, mais qu'ils n'ont pas obtenu de bons résultats en particulier parce que la corde de déchirure se vrillait autour du fil de suspension du poids ou vice-versa.

M. Assmann insiste sur la possibilité de réaliser la ventilation en entraînant l'air à l'aide d'un jet d'acide carbonique liquéfié.

M. Cailletet fait remarquer qu'à de basses températures la tension de l'acide carbonique est très faible et devient insuffisante pour produire l'effet sur lequel on compte.

M. Assmann répond que, protégé comme il peut l'être, l'acide carbonique conservera pendant un temps assez long une température suffisante pour réaliser la ventilation nécessaire, surtout en mettant l'acide carbonique dans les meilleures conditions possibles pour absorber la chaleur solaire. De cette façon on supprimerait l'effet du rayonnement solaire sur les thermomètres d'une manière intéressante en utilisant ce rayonnement lui-même.

A la suite de cette discussion, l'Assemblée adopte les résolutions suivantes:

1. La rapidité de la variation thermométrique est si grande dans les ballons-sondes qu'il faut employer pour l'enregistrement des températures, des thermomètres dont l'inertie thermique soit beaucoup moindre que celle des instruments employés jusqu'à ce jour.

2. Il est indispensable de soumettre les thermomètres à une mode de ventilation efficace.

La discussion s'engage sur l'équipement des ballons montés.

MM. Assmann et Berson reproduisent les arguments qu'ils ont déjà donnés contre l'emploi exclusif du baromètre à mercure.

M. Berson insiste sur les précautions qu'il faut prendre dans l'emploi du baromètre à mercure qu'il croit pourtant indispensable dans les ascensions scientifiques; il ajoute que le baromètre à mercure est beaucoup moins fragile qu'on ne le suppose. Dans 51 ascensions il n'en a cassé qu'un seul, mais il reconnaît que les observations sont très difficiles si le ballon a un mouvement vertical: car l'amplitude des oscillations continuelles de la colonne mercurielle est communément de plusieurs millimètres et peut s'élever jusqu'à un ou même deux centimètres. Si le ballon se trouve dans la position de l'équilibre, les lectures du baromètre à mercure peuvent être facilement exécutées.

A la suite de ces observations l'Assemblée adopte la résolution suivante:

«Le baromètre à mercure est en cours d'ascension l'instrument-étalon pour la comparaison des indications recueillies avec les anéroides, mais pour que ces indications aient un poids suffisant il faut que l'accélération du ballon soit nulle; on reconnaît que cette condition est remplie lorsque la trajectoire tracée par l'anéroide enregistreur est horizontale».

M. Kowanko de St-Petersbourg fait son entrée.

M. le Président lui souhaite la bienvenue et lui demande des nouvelles du général Rykatchew. M. Kowanko déclare que M. Rykatchew arrivera le lendemain à Strasbourg pour prendre part aux travaux de la Conférence.

La discussion s'engage sur l'intérêt que présente la vérification expérimentale des courbes à l'aide d'appareils pneumatiques et frigorifiques employés dans un laboratoire.

MM. Hergesell et Erk déclarent qu'ils ont procédé plusieurs fois à des vérifications de cette nature et imité les courbes des enregistreurs.

La résolution suivante est adoptée:

La Conférence est d'avis qu'on doit chercher comme vérification des instruments, à reproduire dans le laboratoire à l'aide d'appareils pneumatiques et frigorifiques des courbes analogues à celles du baromètre et du thermomètre tracées pendant l'ascension.»

La séance est levée à 12 h. 10 m.

QUATRIÈME SÉANCE.

Le 1er Avril 1898.

La séance est ouverte à 2 h. 40 m. P. M. sous la présidence de M. Hergesell.

Sont présents MM.: Assmann, Berson, Besançon, Cailletet, Erk, Fievez, de Fonvielle, Gerland, de Guttenberg, Heim, Hergesell, Hildebrandt, Hinterstoisser, Kowanko, Moedebeck, Mönnichs, Rotch, Rubel, Schmidt, Schultheiss, Spelterini, Tacchini, Teisserenc de Bort, Vogel.

M. Fievez fait la proposition de faire imprimer le protocole de la Conférence aux frais de la Société Belge d'Astronomie et dans le journal de cette Société savante. Le Président remercie M. Fievez pour cette généreuse proposition, mais malheureusement il n'est pas possible de l'accepter, parce qu'on a déjà commencé l'impression aux frais du Bureau météorologique de Strasbourg qui considère l'accomplissement de cette mission comme un honneur.

Sur la proposition du Président on poursuit la discussion relative à l'équipement des *ballons montés*.

M. Cailletet dépose sur le Bureau des exemplaires des photographies instantanées obtenues dans la dernière ascension du «*Balachoff*» avec l'appareil automatique dont il est l'inventeur et qui a été exécuté par M. Gaumont, directeur du Comptoir central de photographie à Paris.

MM. Assmann et Berson prennent successivement la parole pour déclarer qu'ils ont eu l'idée de la construction d'un appareil analogue qui, jusqu'à présent, n'a pas leur donné des résultats.

M. Hergesell exprime le désir de savoir dans quelles conditions l'on peut se procurer un instrument si intéressant.

M. Cailletet promet les renseignements nécessaires.

Un échange d'idées se produit à propos des conditions nécessaires pour que les opérations photographiques réussissent. Il résulte des explications données par M. Teisserenc de Bort que l'on rencontrera probablement dans ces opérations des difficultés analogues à celles que présente la photographie des nuages. L'emploi d'écrans colorés de plaques orthochromatiques et d'objectifs bien choisis, doit être recommandé pour permettre de percer la brume qui se produit souvent dans les lointains.

MM. Berson et Assmann font remarquer qu'ils ont obtenu des épreuves magnifiques avec des appareils ordinaires auxquels on avait ajouté un verre jaune.

M. Spelterini ajoute qu'après des pluies abondantes l'air, qui est transparent pour la lumière solaire, ne l'est pas pour ses rayons photographiques.

La discussion revient encore une fois sur l'instrument de M. Cailletet. M. Hergesell donne lecture d'une lettre du professeur Finsterwalder de Munich, dans laquelle ce savant expose les avantages de ce système et indique en même temps quelques améliorations. En particulier il propose d'ajouter à l'appareil quatre fils à angle droit, qui seraient également photographiés et qui auraient pour but de contrôler la verticale de l'appareil.

M. Cailletet fait remarquer qu'il a obtenu déjà une preuve de la parfaite verticale de la chambre noire en photographiant une bulle d'air. Du reste, celle-ci, par suite de la suspension à la cardan, possède une grande stabilité dans la direction du fil à plomb. Elle ne reçoit aucun ébranlement par suite de la mise en action du détachement, car il est exécuté par un mouvement d'horlogerie.

Un échange d'idées a lieu entre MM. Teisserenc de Bort et Berson sur la possibilité d'exécuter des visées géodésiques du haut de la nacelle d'un aérostat en cours de route.

M. Teisserenc de Bort développe des considérations sur l'emploi de l'ancienne méthode pour déterminer la trajectoire du ballon à l'aide de visées terrestres. Il cite à ce propos ses déterminations faites à Trappes sur des ballons qui passaient par hasard et que l'on a pu suivre jusqu'à 16 kilomètres de distance. Il appelle l'attention de l'Assemblée sur le dromographe de M. Hermite pour l'enregistrement automatique des hauteurs et des azimuths.

MM. Berson, Vogel et Assmann décrivent un héliomètre employé par M. Kremser de Berlin pour prendre le diamètre du ballon.

M. de Fonvielle parle d'une lunette à la «Rochon» employée dans le même but et dont il a fait usage dans des opérations où il n'était pas nécessaire d'obtenir autre chose qu'une approximation très grossière.

M. Berson fait remarquer que le ballon a plusieurs diamètres qui tous sont variables.

M. Fievez propose l'emploi d'un rectangle de toile porté par le ballon, dont la longueur soit connue et dont la largeur soit suffisante pour qu'on le puisse apercevoir à distance.

A la suite de cette intéressante discussion, la Commission décide *que dans les ascensions montées et des ballons-sondes, quand cela peut se faire, on adopte toutes les mesures possibles pour déterminer la vraie hauteur du ballon.*

L'Assemblée s'occupe alors de la vérification à terre des thermographes. Une discussion à laquelle prennent part MM. Cailletet, Berson, Assmann et Hergesell, s'engage sur les moyens pratiques d'obtenir une source de froid suffisante pour soumettre les thermomètres à des températures inférieures aux plus rigoureuses, qu'ils sont susceptibles de rencontrer quand ils sont attachés aux ballons-sondes. A ce propos M. Kowanko décrit le laboratoire d'essai thermométrique que le général Rykatchew a fait construire à l'Observatoire Météorologique Centrale de St-Pétersbourg.

M. Erk donne la description accompagnée de dessins au tableau de l'appareil du Dr. Linde de Munich pour la production d'une quantité notable d'air liquide. Il insiste sur les avantages de ce moyen puissant de réfrigération qui permet d'obtenir des températures inférieures à 100 degrés centigrades au-dessous de zéro. (V. p. 103—109.)

A la suite de ces explications M. Cailletet apprend à l'Assemblée qu'il a publié sur cette invention intéressante un article très documenté dans le 1er numéro de mars de la Société des Arts de Londres et que le Ministère de l'Instruction publique de France, à la requête de M. d'Arsoval, membre de l'Académie des sciences, a pris les mesures nécessaires pour qu'un de ces appareils soit installé dans le laboratoire du cours qu'il professe au Collége de France.

L'Assemblée prend ensuite la résolution suivante:

La Commission remercie le docteur Erk et en particulier le professeur Linde pour ses recherches entreprises avec l'air liquide et elle émet le vœu que les travaux soient continués.

M. Erk revient encore une fois sur la nécessité dans l'étude du baromètre, de faire varier la pression de la même manière

que dans les ascensions libres. Il déclare qu'il est parfaitement parvenu dans son laboratoire à reproduire les courbes données par l'enregistreur dans ses ascensions montées et à déterminer ainsi les corrections de l'anéroide pour les différentes parties de la route. (V. p. 109.) L'Assemblée écoute avec un grand intérêt les explications de M. Erk et s'en rapporte pour le reste aux résolutions prises dans la séance précédente.

M. Besançon dépose sur le Bureau un rapport rédigé en commun avec M. Hermite, qu'il représente. Ce rapport traite des améliorations à introduire dans les manœuvres des ballons-sondes.

L'Assemblée décide que ce rapport qui ne put pas être présenté dans la première séance à cause de l'absence de M. Besançon sera résumé aux annexes. (V. p. 110-112.)

MM. Berson et Hergesell insistent sur l'importance des ascensions simultanées exécutées dans différents pays au moment où un centre de dépression passe au-dessus du continent européen.

Ils déclarent, qu'au point de vue purement météorologique, les ascensions montées ont une importance capitale à laquelle les ballons-sondes ne peuvent prétendre parce que la température des hautes régions ne peut exercer d'influence actuelle sur les événements météorologiques qui se passent à la surface de la terre.

A la suite de ces observations M. de Fonvielle entre dans des considérations sur l'importance de déduire expérimentalement des mesures thermométriques prises en très haute atmosphère, la température du milieu supra-atmosphérique. Il appelle l'attention sur la possibilité de faire ainsi un choix entre la théorie cinétique des gaz qui suppose une température de 273 au-dessous zéro, et celle de Fourrier, en effet, cette dernière admet au contraire que la température du milieu supra-atmosphérique est très voisine des minima constatées à la surface de la terre dans les régions polaires.

M. Erk fait retourner l'attention de la Conférence sur les questions instrumentaires. Il constate les grandes différences de température entre les thermomètres secs et mouillés du psychromètre, et observe qu'on a toujours dans le voisinage immédiat du thermomètre mouillé un corps qui est plus chaud que ce dernier. Ce corps est le cylindre intérieur du thermomètre à

aspiration. Il est très facile d'éviter les erreurs que ce dispositif peut produire en enveloppant de mousseline mouillée ce cylindre intérieur. Si l'on adopte cette précaution le thermomètre sec est protégé par un cylindre A à température t et le thermomètre mouillé par un cylindre A' à température t'.

M. Assmann fait la remarque qu'on pourra étudier cette question difficile, en observant les deux thermomètres mouillés de son grand instrument aspirateur, dont l'un portera l'ancien dispositif et l'autre celui projeté par M. Erk.

L'Assemblée adopte les résolutions suivantes pour l'équipement des ballons montés dans les ascensions internationales:

1. La Commission considère comme indispensable que l'équipement des ballons montés dans les ascensions internationales soit le même pour toutes les personnes qui y prennent part.

2. Pour les baromètres on se retire aux résolutions précédantes. (V. p. 54.)

3. Pour la détermination des températures la conférence est d'avis que l'instrument normal est le thermomètre à aspiration qui doit être à une distance quelconque de la nacelle pas moindre de 1 m. 50 cm.; naturellement on n'interdit pas les comparaisons avec d'autres dispositifs tels que les thermomètres frondes. (V. p. 122-126.)

La séance est levée à 5 h. 30 m. P. M.

On se donne rendez-vous le lendemain matin à 9 heures à l'Université pour entendre une conférence de M. Hergesell sur un ballon cerf-volant construit par M. Riedinger et muni des appareils météorologiques sur les plans de MM. Hergesell et Moedebeck.

CINQUIÈME SÉANCE.

Le 2 Avril 1898.

La commission se réunit 9 h. 30 m. A. M. dans un auditoire de l'Université.

Etaient présents: MM. Assmann, Berson, Besançon, Braun, Cailletet, Erk, Fievez, de Fonvielle, Gerland, de Guttenberg, Heim, Hergesell, Hildebrandt, Hinterstoisser, Kowanko, Moedebeck, Mönnichs, Riggenbach, Rotch, Rubel, Rykatschew, Schmidt, Schult-

heiss, Spelterini, Tacchini, Teisserenc de Bort, Vogel, comte de Zeppelin.

M. Hergesell fait une conférence sur le ballon cerf-volant des MM. de Parseval et de Siegsfeld que l'on verra s'enlever dans la cour de la caserne du bataillon du train en garnison à Strasbourg. Il montre des tableaux qui déclarent la construction du ballon et son équipement météorologique.

A l'issue de la conférence les membres se rendent sur le terrain de manœuvre; à 10 h. 30m. A. M. l'expérience commence. Le ballon à un diamètre de 4 m. 50 cm. et une longeur de 11 mètres, son poids est de 110 kilogrammes, son volume de 222 mètres cubes, sa surface de 219 mètres carrés, il est gonflé avec du gaz hydrogène.

Après avoir déroulé 600 mètres de cable pesant 50 grammes par mètre on attache le dit cable au dynamomètre construit, comme le ballon lui-même par M. Riedinger d'Augsbourg.

Pendant les expériences le temps fut le plus détestable que l'on puisse imaginer. Malgré un vent assez violent et une pluie abondante la Commission constate que le nouveau ballon est d'une stabilité remarquable. Après que le ballon eut été déchargé de la masse considérable de pluie qui s'était accumulée à la partie supérieure, il s'élève de nouveau et disparut dans les nuages après que l'on eut dévidé à peu près 800 mètres de cable. La Commission constate que l'anemo-dynamographe enregistreur, qui donne outre l'azimuth et la direction du cable la force de traction, travaille régulièrement.

La Conférence a été invitée dans l'après-midi par le Directeur du Bureau Météorologique d'Alsace-Lorraine à un banquet à l'hôtel de la Ville de Paris et le soir à une réception de la Société aéronautique du Haut-Rhin.

SIXIÈME SÉANCE.

Le 3 Avril 1898.

La séance est ouverte à 10 heures A. M. sous la présidence de M. Hergesell.

Étaient présents: MM. Assmann, Berson, Besançon, Erk, Fievez, de Fonvielle, de Guttenberg, Hildebrandt, Hinterstoisser,

Kowanko, Moedebeck, Rotch, Rubel, Rykatchew, Spelterini, Tacchini, Teisserenc de Bort.

Avant que l'Assemblée poursuit la discussion du programme, M. Teisserenc de Bort montre aux membres de la Conférence un thermographe de son invention exécuté sur une échelle triple de celui qui servira dans les ballons-sondes. Il fait une expérience qui démontre que cet instrument prend très rapidement la température de l'air extérieur et de plus qu'il est insensible aux chocs. Ce thermographe est accompagné de deux thermographes à tube Bourdon dont l'un est à surface polie et l'autre à surface noircie. M. Teisserenc de Bort explique que si les indications de ces deux instruments annexes sont identiques, on est certain que l'influence de la radiation solaire agissant directement sur les thermomètres n'a point troublé la mesure de la température de l'air. (V. p. 112-113.)

Il fait ensuite fonctionner le thermographe à ventilation mécanique et puis il présente une boîte en liège qu'il considère comme type d'enveloppe peu sensible aux variations de températures.

M. Hergesell présente alors deux thermomètres qu'il vient de faire construire, qui possèdent une capacité thermique bien faible et qui se distinguent surtout par la faculté de suivre les changements rapides de température. Le corps sensible aux variations se compose dans le premier de 30 fils de maillechor d'un très petit diamètre ($^1/_{10}$ mm) et dans le second d'une plaque du même métal d'un centimètre de large et épais de $^1/_{10}$ mm. (V. p. 113-114.)

Le Président souhaite la bienvenue au général Rykatchew qui avait assisté déjà hier au lancement du ballon cerf-volant.

M. le Président le met au courant des travaux de la Commission.

M. Rykatchew dépose sur le Bureau un croquis des instruments employés par la station de St-Pétersbourg dans le lancer des ballons-sondes; spécialement il décrit un nouveau dispositif imaginé par lui pour ventiler les thermomètres, où on fait tourner l'abri protecteur des appareils.

Sur la demande de l'Assemblée, M. Rykatchew promet de rédiger une note qui sera insérée aux annexes. (V. p. 115, 117-118.)

M. Assmann donne la description de son thermographe avec aspirateur basé sur la dilatation de fils de deux métaux différents.

M. Teisserenc de Bort fait remarquer que la rotation de l'abri a été déjà employé depuis longtemps sur les navires pour déterminer la véritable température de l'air. *Tous les orateurs sont d'accord pour déclarer que la ventilation des instruments est une condition indispensable.*

M. de Fonvielle rappelle à cette occasion, que M. Besançon a présenté une proposition très pratique qui consiste à organiser la ventilation à l'aide d'un appareil de délestage dans les hautes régions.

On arrive ensuite à la discussion du numéro 2 de la seconde partie du programme (Organisation des futures ascensions internationales).

Au commencement de la discussion le Président fait remarquer que le temps n'est point encore arrivé où l'on pourra établir des règles pour l'époque des ascensions internationales et le choix des lieux où ces ascensions seraient exécutées. Il exprime le vœu que le nombre des expériences et des personnes qui y prendront part dans l'avenir s'augmente.

Par suite de cette discussion la Conférence considère comme son devoir d'adresser ses plus chauds remercîments aux différents gouvernements qui se sont occupés jusqu'ici des ascensions internationales ou qui ont promis leur concours dans l'avenir. Elle exprime particulièrement sa reconnaissance au Ministre impérial et royal de l'Autriche-Hongrie qui prendra part dans l'avenir aux ascensions internationales et qui a manifesté son intérêt pour l'œuvre de la Commission en envoyant comme délégué le premier-lieutenant, M. Hinterstoisser. La Conférence remercie de plus la Société Belge d'Astronomie qui a promis de prendre part dorénavant aux expériences internationales. Elle remercie également toutes les institutions qui ont encouragés jusqu'ici les ascensions scientifiques.

Sur la proposition de M. Besançon, qui est secondé par MM. Hergesell et Moedebeck, la Commission décide l'exécution d'une ascension internationale au commencement du mois de juin de cette année. Toutes les personnes qui prendront part à cette ascension, ne doivent employer que des ballons dont l'équipement scientifique soit conforme aux résolutions de la Commission.

Sur la proposition de M. Besançon, l'Assemblée s'occupe encore une fois de l'équipement des ballons-sondes et décide que pour faciliter la comparaison des instruments nouveaux et plus parfaits, qui peuvent changer d'une ascension à l'autre et de ceux qui ont été jusqu'alors en usage, on doit emporter chaque fois un baro-thermographe Richard, ancien modèle.

Relativement à l'équipement des ballons montés qui figureront dans la prochaine ascension internationale, M. Assmann prévient toutes les personnes qui devraient prendre part à la prochaine ascension internationale et qui ne possèdent point encore de thermomètres à aspiration, de s'adresser sans perte de temps au constructeur de cet instrument afin qu'il puisse les livrer à l'époque indiquée. En cas de besoin l'Institut météorologique du royaume de Prusse à Berlin prêterait les instruments nécessaires. M. Fievez demande si l'on ne pourrait point indiquer une maison comme offrant des garanties spéciales pour la construction de ces appareils. La Conférence est toute entière d'avis que dans ces circonstances il ne serait pas convenable de prononcer un nom quelconque.

M. Kowanko fait remarquer que dans chaque ascension montée on doit employer un barographe et un thermographe.

Quant au thermographe, M. Hergesell, dont l'avis est partagé par MM. Berson et Assmann, déclare qu'il ne peut seconder cette proposition, car il faudrait employer un thermographe ventilé d'une façon suffisante; il n'existe encore aucun appareil de ce genre.

Pour organiser la prochaine ascension internationale à la façon la plus utile l'Assemblée prend encore les résolutions suivantes:

La Commission internationale demande aux directeurs des différents services météorologiques lors de chaque ascension internationale dont le président de la Commission donnera avis en temps utile, de faire exécuter des observations météorologiques speciales. Il va sans dire qu'il faut surtout utiliser les observations des stations de montagne et faire exécuter les jours d'ascension des observations avec des ballons cerf-volants ou avec des cerfs-volants.

On s'occupe ensuite du dernier point de la seconde partie du programme (découverte et traitement des ballons-sondes).

Sur la proposition du capitaine Moedebeck on recommande aux directeurs des services météorologiques de prendre les mesures nécessaires pour que les pays associés à l'œuvre des ascensions internationales soient invités à publier dans leur organe officiel (chaque fois qu'une expérience est décidée) une instruction adressée au public pour indiquer ce qu'ont à faire des personnes qui retrouvent les ballons-sondes, une mesure qu'on a déjà observé dans diverses stations.

Il s'engage une discussion sur la question si l'on doit munir les ballons d'une corde de déchirure. Deux systèmes sont en présence: la déchirure de l'étoffe recommandé par M. Moedebeck, et celle d'un clapet spécial occupant la place de la soupape.

Après un échange d'observations entre MM. Berson, Teisserenc de Bort, de Fonvielle et Kowanko, la Conférence ne veut pas recommander une méthode spéciale.

Sur la proposition de M. Rykatchew on prend la résolution:

Que chaque opérateur prenne les moyens les plus efficaces pour laisser échapper le gaz lors de l'atterrissage.

On adopte ensuite la proposition déjà contenue au programme:

Pour faciliter la recherche et la restitution des ballons-sondes on exprime le désir que les membres de la Commission dans le territoire desquels le ballon tomberait se chargent de la mise en sûreté des aérostats, des instruments et des diagrammes.

Sur la proposition de M. le capitaine Moedebeck il est décidé que les ballons porteront un signal de couleur éclatante afin d'attirer l'attention des gens qui se trouvent dans le voisinage.

La séance est levée à 12 h. 30 m.

SEPTIÈME SÉANCE.

Le 4 Avril 1898.

La séance est ouverte à 9 h. 40 m. A. M. sous la présidence de M. Hergesell.

Etaient présents: MM. Assmann, Berson, Erk, Fievez, de Fonvielle, Hergesell, Kowanko, Moennichs, Rotch, Rubel, Rykatchew, Tacchini, Teisserenc de Bort.

Avant que l'on commence l'étude de la troisième partie du programme, le Président engage s'occuper de quelques points de la seconde partie qui sont encore en retard. Il s'agit principalement de l'étude de la composition de l'air, du rayonnement solaire et de l'électricité atmosphérique.

M. Hergesell propose d'adresser des remercîments à M. Cailletet, qui ne peut assister à la dernière séance, pour les expériences qu'il a exécutées afin de réaliser les instruments les plus pratiques pour déterminer la composition de l'air et de l'engager à continuer les recherches qu'il a entreprises dans cette voie.

L'Assemblée adopte cette proposition et émet le vœu, que d'autres chercheurs participent à ce genre de recherches.

L'Assemblée exprime sur cela ses sympathies à M. Violle, président de la Commission internationale pour radiation que son état de santé a ampêché de se rendre à Strasbourg; elle prie son confrère Cailletet de l'inviter à donner une description de ses actinomètres enregistreurs.

Chaque orateur exprime alors le désir que les mesures de la radiation solaire fassent partie du programme de la Commission internationale dans l'avenir.

La Conférence discute ensuite les methodes et les instruments, qui servent à mesurer l'intensité et la variation de l'électricité atmosphérique.

Elle recommande les méthodes que Boernstein, Andrée et Le Cadet ont employé pour mesurer les différences du potential. Le Président termine la discussion en annonçant que le professeur Braun de l'Institut de physique de Strasbourg s'occupera des mesures électriques lors de l'ascension des ballons montés.

La Conférence entend avec un grand intérêt les remarques de M. Assmann sur l'explosion des ballons causée par l'électricité atmosphérique.

M. Assmann propose un moyen très simple imaginé par M. de Siegsfeld, pour prévenir ces accidents. Ce procédé consiste à étendre à l'intérieur du ballon une couche d'une solution au dixième de chlorure de potassium.

Cette préparation, dont l'effet est de rendre conductrice l'étoffe de ballon, reste efficace pendant la durée d'une année.

M. de Fonvielle fait remarquer que l'emploi d'une soupape métallique est très dangereux pour les ballons.

La Conférence aborde ensuite la discussion sur la troisième partie du programme et traite en premier lieu la question des cerfs-volants.

M. Rotch fait l'historique de ses expériences décrites en détail dans une mémoire distribuée aux membres de la Conférence. (V. p. 119-121.)

M. de Fonvielle dit qu'il y aura lors de la prochaine Exposition universelle une enceinte reservée au parc de Vincennes pour l'exposition et les essais de cerfs-volants.

M. Teisserenc de Bort ajoute que depuis le mois d'octobre 1897 on fait à l'Observatoire de Météorologie dynamique de Trappes des ascensions de cerfs-volants. Il met sous les yeux de l'Assemblée des courbes qui montrent un accroissement de 11° de température avec l'altitude pour une hauteur de 1300 mètres. Ces résultats ont été obtenus pendant une ascension qui a duré 18 heures consécutives.

M. Rykatchew recommande d'enlever dans toutes les ascensions de cerf-volant un anémomètre enregistreur. Il profite de cette occasion pour mettre sous les yeux de l'Assemblée la photographie d'un anémographe construit à St-Pétersbourg d'après son plan. (V. p. 114—116. Il présente alors les courbes tracées par cet appareil qui était suspendu à un cerf-volant s'étant élevé à une hauteur de 760 mètres.

M. Hergesell ensuite fait connaitre les mémoires qui lui sont parvenus de la part des différents instituts et qui lui annoncent qu'on va procéder à de nouvelles expériences de cerfs-volants (voir les lettres de la «Deutsche Seewarte», du chef du «Weather Bureau» américain, du président de la «Société Astronomique Belge». V. les annexes p. 72-83.)

M. Erk annonce que le «Münchener Verein für Luftschiffahrt» et la station météorologique centrale de Munich vont faire eux aussi en commun des expériences de cerfs-volants.

Après une discussion à laquelle prennent part MM. Assmann, Rotch, Teisserenc de Bort, de Fonvielle, Fievez, Hergesell et Rykatchew, l'Assemblée prend la résolution suivante:

La Conférence remercie en premier lieu M. Rotch de sa très

intéressante communication sur les méthodes qu'il recommande pour l'emploi des cerfs-volants en météorologie. Puis elle estime que les cerfs-volants, peut-être aussi la combinaison du ballon avec les cerfs-volants sont des appareils complémentaires et de la plus grande utilité dans une station météorologique; elle exprime le vœu, que tous les centres d'observations fassent et continuent les études et les expériences de M. Rotch, dont l'importance pour la météorologie est de premier ordre.

Après une discussion à laquelle prennent part MM. Hergesell, Berson, Kowanko, Rykatchew et Assmann, la Commission s'occupe des recherches qui ont eu lieu le 2 avril avec le ballon cerf-volant.

Tous les orateurs constatent que cet appareil est parfaitement disposé pour emporter, même en cas de mauvais temps, les instruments météorologiques dans les hautes couches de l'air.

La résolution suivante est prise avec unanimité:

La Conférence exprime le désir que les grandes observatoires se munissent d'un ballon cerf-volant afin que l'on puisse avoir un certain nombre de stations météorologiques aériennes permanentes.

Dans une discussion sur les avantages de l'extension des expériences d'aérostation scientifique, M. Hergesell insiste spécialement sur l'intérêt qu'il y aurait à exécuter ces recherches de l'autre côté des Alpes.

M. Tacchini termine cet échange d'observations en donnant l'assurance qu'il fera de son côté tout ce qu'il pourra afin de favoriser dans son pays le développement de l'aérostation scientifique.

L'Assemblée prend la résolution suivante:

La Commission exprime le vœu qu'à cause de la position favorable du mont Cimone et du mont Etna on établisse dans les observatoires de ces montagnes un service de cerfs-volants météorologiques, surtout si l'on procédera à une ascension internationale.

La Commission déclare de plus qu'il serait désirable qu'un ballon cerf-volant soit installé au parc militaire de Rome pour y exécuter des observations continues.

Le Président adresse des remerciements aux représentants des divers gouvernements qui ont pris part aux travaux de la Commission.

Il appelle en particulier l'attention sur la louable activité de la commission française d'aéronautique et il exprime l'espérance qu'elle puisse continuer à agir dans le même sens.

MM. Hergesell, Assmann et de Fonvielle proposent de compléter la Commission en nommant comme membres Tacchini, le prince Roland Bonaparte, Teisserenc de Bort, Hildebrandsson, Pernter, Hinterstoisser, Moedebeck et de Siegsfeld. Cette proposition est adoptée unanimement.

M. de Fonvielle demande la parole pour appeler l'attention de la Commission sur les efforts que font en ce moment plusieurs gouvernements et des explorateurs soutenus par de généreux amis de sciences pour retrouver les traces de M. Andrée de Stockolm, qui représente la Suède dans son sein et est un de ses plus illustres membres.

A la suite de ce discours la Commission exprime toute la reconnaissance qui l'anime en présence de ces généreux efforts.

M. Tacchini prend la parole pour faire remarquer à l'Assemblée qu'il serait désirable que la suivante conférence internationale aéronautique ait lieu en 1900 à Paris à l'occasion de l'exposition universelle. M. Rykatchew appuye cette idée énergiquement.

Le Président déclare qu'il s'associe à ces paroles et qu'il ira mettre la proposition aux voix. La proposition est approuvée à l'unanimité.

M. de Fonvielle demande la parole pour remercier l'Assemblée de la résolution qu'elle vient de prendre.

M. Tacchini demande que la Commission convoque la prochaine conférence à l'époque où se tiendront les autres conférences météorologiques etc. afin de ne pas être obligé de revenir à des dates différentes.

M. Rykatchew prie à la fin de la séance la parole pour effectuer une concordance de la Commission à l'échange des observations des ascensions internationales. Sur sa proposition on adopte la résolution suivante:

La Commission exprime le vœu que les courbes obtenues dans les ascensions internationales et les diagrammes de même que les observations directes faites dans la nacelle du ballon monté soient publiées aussi vite que possible et que pour faciliter les comparaisons

elles doivent être échangées entre tous les savants qui prennent part à ces opérations.

Le Président lève la séance et remercie tous les membres de la Conférence surtout aux secrétaires qui ont pris part à ses travaux et il invite l'Assemblée à se réunir à 5 h. pour assister au lancement d'un ballon-sonde nommé Langenburg.

Les membres se rendent à la place devant la porte de pierre et en présence de S. Altesse le Prince de Hohenlohe on procède au lancement du ballon-sonde le Langenburg, lequel emportant les thermographes-enregistreurs de M. Teisserenc de Bort et de M. Hergesell, et le barothermographe de Richard, s'élève rapidement dans les airs en prenant la direction du est-nord-est et disparaît dans les nuages au bout de 5 minutes.

L'Assemblée se sépare avec l'espoir de se retrouver en 1900 à Paris.

Anhang.

Annexes.

I.

Auszug aus einem Briefe des Herrn Hann an Herrn Hergesell.

Graz, am 4. März 1898.

Hochgeehrter Herr Kollege!

Auf das mir freundlichst gesendete Zirkular vom 25. Februar möchte ich zu Punkt II des vorläufigen Programms Ihnen folgendes Desideratum ans Herz legen. Meinem Freund Rotch dürfte es nicht schwer fallen, meinen Wunsch zu erfüllen, vielleicht ist derselbe sogar schon durch seine bisherigen Beobachtungen in Erfüllung gegangen.

Es handelt sich darum, zu konstatiren, in welchem Verhältniss die täglichen Temperatur-Amplituden mit der Höhe abnehmen, ob wirklich schon in relativ geringen Höhen die tägliche Wärmeschwankung so klein wird, wie ich selbe aus dem täglichen Barometergange auf Bergen glaubte ausrechnen zu können. Einige Ballonfahrten bei Nacht sprechen allerdings zu Gunsten meines Resultates.

Es ist aber eine wichtige prinzipielle Frage, ob die aus dem täglichen Barometergange von mir berechneten kleinen Amplituden der Tagesschwankung in grösseren Höhen reell sind. Ich und auch andere sehen keinen Grund, daran zu zweifeln; wären wir aber dessen ganz sicher, so könnten wir durch Aufstellung von Barographen auf Berggipfeln, selbst auf Thürmen, den wahren täglichen Wärmegang in der Luft viel genauer und bequemer beobachten, d. h. berechnen, als aus direkten Temperaturablesungen, und die Methode wäre einer viel weiteren Anwendung fähig.

Was die Abnahme der täglichen Amplituden der wahren Lufttemperatur mit der Höhe anbelangt, so wäre dieselbe leicht durch Beobachtung mit Drachen (nach Rotch) zu konstatiren. Wenn man an heiteren sonnigen Tagen zwischen 2 und 5 Uhr Nachmittags und ebenso kurz vor Sonnenaufgang in gewissen Höhenintervallen die Temperatur der freien Luft messen würde,

so würde man das Maass der Abnahme der Amplituden konstatiren können. Ich denke an eine Art Temperature serial soundings in der Atmosphäre, wie man sie jetzt im Meere sehr häufig ausführt; etwa in 100, 600, 1100, 1600 m oder so etc. mit fixen Drachen. Die Beobachtungen an der Erdoberfläche müssten mit Assmann's Aspirationsthermometer gemacht werden. Schwieriger wäre es, die Phasenzeiten des täglichen Wärmeganges in grossen Höhen zu erhalten; da aber der Eintritt der Extreme doch ziemlich wahrscheinlich so stattfindet: Maximum zwischen 2 und 6 Uhr Nachmittags bis zu mehreren tausend Metern hinauf, Minimum in der ganzen Luftsäule vor Sonnenaufgang??, so brauchte man wohl keine kontinuirlichen Registrirungen, denn die Form der Kurve ist recht sicher gegeben. Treffen die Amplituden und Wendestunden, beobachtet und aus dem Barometergang berechnet, zusammen, so ist kein Zweifel mehr, dass wir aus letzterem auch die Form der täglichen Wärmekurven richtig erhalten.

Diese Frage aus der Physik der Atmosphäre möchte ich Ihnen recht sehr ans Herz legen, denn sie hat grosse Tragweite und würde Licht auf viele Probleme werfen.

In meiner Abhandlung: Beiträge zum täglichen Gange der meteorologischen Elemente in den höheren Luftschichten (Sitzb. d. Wiener Akad. B. CIII Jan. 1894) bin ich z. B. Seite [91] 41 S. Abd. zu folgenden Resultaten (provisorischen) gelangt.

Gleichung des täglichen Wärmeganges im Sommer:

Stationspaare	Relative Höhe der Luftschichten	
Paris-Eiffelthurm	140 m	$2{,}16 \sin(207^0 + x) + \ldots$
München-Peissenberg	240 »	$1{,}66$ » $(184^0 + x)$
München-Wendelstein	630 »	$1{,}10$ » $(197^0 + x)$
Peisenberg-Hirschberg	730 »	$1{,}06$ » $(166^0 ? + x)$
Peissenberg-Wendelstein	840 »	$0{,}87$ » $(192^0 + x)$
Schafberg-Sonnblick	2000 »	$0{,}72$ » $(174^0 + x)$
Säntis-Montblanc	3200 »	$0{,}52$ » $(204^0 + x)$

Die Amplituden sind klein und nehmen regelmässig mit der Höhe ab, die Phasenzeit darf wohl im Mittel zu rund 190° an-

genommen werden (x = 0 für Mitternacht), das gäbe in erster Annäherung Eintritt der Extreme circa 5½ Uhr Vm.

In einer späteren Abhandlung: Der tägliche Gang des Barometers an heiteren und trüben Tagen, namentlich auf Berggipfeln (Sitzb. d. Wiener Akad. B. CIV Juni 1895), habe ich z. B. S. 42 (546) Folgendes gefunden: Amplituden und Phasenzeiten des (wahren) täglichen Wärmeganges bei heiterem und trübem Wetter in verschiedenen Höhenschichten:

Orte	Höhenunterschied	Relative mittl. Höhe der Luftschichten	Heiter		Trübe	
			Amplituden	Phasenzeiten	Amplituden	Phasenzeiten
München-Peissenberg	470	230	2,02	182°	0,99	189°
Peissenberg-Wendelstein	370	850	1,41	186°	0,52	183°
Wendelstein-Säntis	800	1600	1,04	(195°)	0,36	185°

Also Phasenzeit gleich 188°, d. i. circa 5½ Uhr Vor- u. Nachm. Die Rechnungen sind aber noch unsicher, weil die verwendeten Barographen (mit Ausnahme jenes am Säntis, Sprung-Barograph) Aneroïd-Barographen sind, man also nicht hinlänglich sicher ist, da die Hundertstelmillimeter bei diesen Rechnungen noch eine Rolle spielen.

II.

Seewarte.

Hamburg, den 7. März 1898.

An

den Herrn Dr. Hergesell, Präsidenten der internationalen aëronautischen Kommission

in Strassburg i. Els.

Indem die Direktion für die freundliche Einladung zur bevorstehenden Versammlung der Kommission ihren Dank sagt, spricht sie zugleich ihr Bedauern darüber aus, dass voraussichtlich kein Vertreter der Seewarte an Ihren Sitzungen Theil nehmen kann.

Die Direktion möchte jedoch den Wunsch hinzufügen, dass eine genaue Beschreibung der bis jetzt mit Erfolg für meteorologische Zwecke verwendeten Drachen-Typen an zugänglicher Stelle in Druck erscheinen möge, um diese so viel versprechende Bewegung zu unterstützen und den Anschluss daran zu erleichtern. Die Direktion hofft, im Laufe des bevorstehenden Sommers auch in Hamburg Versuche dieser Art in beschränktem Massstabe ausführen zu können.

Die Direktion der Seewarte:
Dr. Neumayer.

III.

Reply to printed Circular of February 25, 1898. C. A.

U. S. Department of Agriculture,
WEATHER BUREAU.
Washington, D. C., March 17, 1898.

Prof. H. Hergesell,
President, Int. Aeronautic Commission,
Strasburg, Alsace,
Germany.

Sir,

I have the honour to acknowledge your courtesy in sending me an invitation to contribute to the meeting of your Commission to be held on March 31st. At this late date, it will, of course, be impossible for me to send a delegate or be present in person, but I take pleasure in assuring you of my profound interest in your discussions.

As you are doubtless aware, the Weather Bureau has frequently made balloon ascensions and published te results; I may refer you — among others — especially to the report of W. H. Hammon, published in the American Meteorological Journal for February, 1891, Vol. VII, pp. 498—528.

On the other hand, I have thought that the kite offers us a means of carrying self-recording apparatus to great heights with perfect security and regularity at each individual station and, being free from the liability to be carried by the winds to great

distances, it is, therefore, more convenient than the balloon as a means of making a daily chart of the upper atmospheric conditions over a large area. I have, therefore, not hesitated to announce it as one of the prime objects of my attention to so perfect the kite and its auxiliary apparatus that it can be used regularly at many Weather Bureau stations without any serious danger of failure from any accident that can be foreseen.

In 1885, Mr. McAdie, of the Weather Bureau, utilized the kite in the study of atmospheric electricity. In 1885 and again in 1886, Professor Abbe — who had in 1878 used the kite for the study of the seabreeze — presented plans and estimates for its use in studying temperature, moisture and winds. In August, 1893, the application of the kite to meteorology was discussed by the Chief of the Weather Bureau and others, at the International Conference on Aerial Navigation held at Chicago under the auspices of the Columbian Exposition. At that time Hargrave's cellular kite was first seen and appreciated, and from that date forward the Weather Bureau has confined its experimental work to some slight modification of this form of kite, the work being at first in the hands of Mr. McAdie and Mr. Potter. In November, 1895, Professor C. F. Marvin — in addition to his other duties — was instructed to devise such methods of construction of the kite and the auxiliary apparatus as would render it applicable, on a large scale, to the needs of this Bureau. His work is described in the Monthly Weather Review for 1896 and 1897. Of the numerous devices invented by him in the course of his laborious work, none have been protected by letters patent and their use is free to all.

I am glad to perceive from the third question, in the third section of your provisional programme, that your Committee is likely to agree with me, in the view long since expressed by me, that free meteorological stations, whether on mountains, or in balloons, or by kites, are of great importance even if they attain only a moderate height. Our kite stations are intended to give records at an altitude of about one English mile, corresponding with Mount Washington and our plateau stations. We shall thus be able, by a slight reduction in some cases, to compile a daily map of simultaneous conditions, at a uniform

altitude of about 6000 feet over the entire surface of the United States.

Regretting that I am not able to be with you, but hoping that the work above described will meet with the encouraging approval of your Committee and will be eventually adopted in Europe also,

I remain,

Yours very respectfully,

Willis L. Moore,
Chief of Bureau.

IV.

Washington, D. C., March 18, 1898.

Mr. Hergesell, Strasburg, Alsace.

Dear Sir,

We have just received jour circular regarding a Conference of the Aeronautic Committee on March 31, 1898. at Strasburg. I am most deeply interested in the problem of atmospheric exploration and am also convinced of the absolute need of some one being in the balloon to take advantage of such a wonderful situation to make the observations so much needed to make meteorology an exact science. I send you a short paper on the general subject which you may present or not as it seems best. I have been trying for ten years to obtain funds for air exploration but whitont avail thus far.

Yours very respectfully,

H. A. HAZEN.

Explorations Of The Atmosphere.

The recent attempts in Europe to bring down information as to the temperature of the upper atmosphere mark a most gratifying advance in the science of Meteorology. Mere paper theories of the complex movements of air masses in high and

low air-pressure areas are now almost entirely discarded and soon we may hope to see Meteorology on the road to an exact science.

Sounding Balloons.

The great difficulty in obtaining a perfectly reliable temperature record from these extremely high ascensions is the principal drawback to their utility. The results thus far in Europe seem to show a remarkable uniformity in the temperatures of the highest air strata on different days and in different seasons. It is propable that the lack of accuracy in the instruments is partly responsible for this, however, there is a more important consideration in the corroboration of the view, previously expressed, that the mild climate of Europe is due to the lack of great changes in the upper air. The velocity of storms (lows) in Europe is only half of that in the United States. The weather on Sonnblick (3100 metres) is much milder than on Mt. Washington though the latter station is 1200 metres lower down and 1000 kilometres farther south than Sonnblick. The cold waves, causing a fall in temperature of 20° C in a few hours over a region 500 kilometres square which are quite frequent in the United States, are entirely unknown in Europe where the fall in temperature is a pure radiation effect. It is quite certain that the use of sounding balloons in the United States will prove vastly more instructive than they ever can be in Europe.

It would seem advisable in every instance to send up in the sounding balloon a simple apparatus for registering and checking the minimum temperature recorded by the thermograph. The barograph and thermograph should both be verified at extremely low temperatures and low pressures simultaneously. It would also seem possible to send up a balloon near an observatory which has a large telescope which could be used in following its path. At night may not the use of the bright lights made for pyrotechnic displays serve to keep the balloon in sight. These lights should be on a string 200 to 400 metres from the balloon, to avoid all danger from ignition of the gas, and should have the fuse so arranged that they could blaze out each 3 or 4 minutes. The inflammable material should be such as not to fire ordinary

wood. It is said that a blue light would be easier to trace than a red or a green one but this could be determined by experiment.

Kites.

The great activity in the construction and use of kites in raising instruments into the lower atmosphere has also marked an epoch in air exploration. These might be used in checking or verifying observations at fixed mountain observatories, for example, for determining whether the temperature on the summit is harmfully affected by the presence of the ground.

It also seems as though the kites could be very satisfactorily used in determining the changing electric condition of the atmosphere. It is probable, however, that the temperature records are so meagre, and obtained at so low a level, and with such chances for error from intense solar radiation, that they will never prove satisfactory, and the time and money spent in obtaining *half* records might be vastly better used in a well planned and complete air exploration with thoroughly reliable instruments and by an expert in the balloon rising to 10,000 metres. Meteorology may have to be content for the present with the imperfect kite records, but sure it is that the demand will be energetically made, not long hence, for the more perfect records by an observer passing rapidly up and down through the air and obtaining accurately all the meteorologic elements at each 100 metres.

Manned Balloons.

The only serious objections urged against manned balloons have been their risk and expense. From an experience in five ascensions, one of them to an height of 5000 metres, I am satisfied that the risk is practically nothing in the case of ascensions rising vertically and returning directly to the earth. More than this there are many men who would be very glad of the opportunity of making ascensions in the interests of science. The matter of expense has been greatly exaggerated. In ordinary cases a balloon is filled plump full at the start and has been entirely emptied at the end of the voyage, but this waste of gas is entirely unnecessary. It is well known that if a balloon leaves the ground at all it will rise just as high as if

filled plump full at starting. The balloon should be filled only one-third full and in such case the expanding gas as the balloon rises will fill it plump full when at its highest point. After a few minutes for observation just enough gas, say 15 cubic metres, may be lost at the valve when the balloon will return to the ground. After a suitable interval, during which the balloon will be anchored, it will be entirely feasible to make another ascension with the same gas previously used. This process can be continued till the ballast is all used up when it will be necessary to replenish the balloon by gas brought the necessary distance in a large flexible holder, or use may be made of hydrogen compressed into cylinders and transported to the balloon at its anchorage. It will be entirely feasible also to make use of the east wind to carry the balloon back toward its starting point when it has approached the sea coast.

The most urgent needs of meteorology.

There are no facts so important as the temperature, electric condition, height of clouds, size of cloud particles, etc. in the air in which rain or snow are forming. These facts cannot be obtained by sounding balloons nor by kites. The conditions of temperature, humidity, clouds, electricity, etc. in the centre and in each quadrant of high and low pressure areas from the earth up to 10,000 metres are also very much needed. These facts can be easily obtained by manned balloons and there is nothing that can take their place. A half dozen ascensions at a distance of one or two kilometres from a fixed mountain station would serve to verify the accuracy of temperature, humidity and other observations at the summit. It seems probable that, for observations of temperature on all sides of and at a fixed height in a storm or high pressure area, we must still continue to rely upon mountain summits.

Mt. Washington and Meteorology.

The situation of Mt. Washington (1920 metres) in the direct path of three-fourths of the storms and over one-third of the high pressure areas of the Eastern United States makes it beyond all question the most important high level station in the world, not even excepting Mont Blanc. The records for seventeen years have

shown most remarkable meteorologic conditions at this point. The action of the telephone is a continuous sputtering noticed, at sea level, only during the prevalence of a thunder storm. The sides of the mountain in summer show the St. Elmo fire very frequently. Most remarkable cloud conditions are observed giving evidence that the condensation of moisture into cloud particles is not a temperature phenomenon pure and simple, but is due largely if not wholly to electric discharges or currents. The ordinary view that the cold summit condenses the moisture in the warmer moist air flowing over it, is entirely disproved by the fact that the summit is warmer than the air flowing past. The fluctuations in temperature on Mt. Washington are greater than those simultaneously occurring at the base and precede them about eleven hours. In fact, the records at Mt. Washington open up a most enchanting field for study and will make a most satisfactory ground-work for all further researches and display of facts ascertained by any and all means of air exploration that may be adopted. A series of continuous records of pressure, temperature humidity, electricity and winds at the summit and base would be invaluable in all meteorologic studies and cannot be replaced by any other means of exploration except at ten or more times the cost of the maintenance of this superb station.

March 17, 1898. H. A. HAZEN.

V.

Kaiserl. und Königl. Reichs-Kriegs-Ministerium.

Wien, am 24. März 1898.

An
das meteorologische Institut
in
Strassburg,
Elsass-Lothringen.

In Beantwortung der gefälligen Zuschrift Nr. 36 vom 2. d. M. beehrt sich das k. und k. Reichs-Kriegs-Ministerium bekanntzugeben, dass die k. und k. militär-aëronautische Anstalt in Wien zur Betheiligung an den internationalen Simultanfahrten ange-

wiesen werden wird und dass zu dem am 31. d. M. in Strassburg stattfindenden Kongress der internationalen aëronautischen Kommission der Kommandant der k. k. militär-aëronautischen Anstalt, Oberlieutenant Franz Hinterstoisser, delegirt wird.

Krieghammer.

VI.

Wiener Flugtechnischer Verein.

Wien, am 28. März 1898.

Hochgeehrter Herr Präsident der internationalen aëronautischen Kommission.

Der Wiener flugtechnische Verein begrüsst mit Freude die am 31. ds. Mts. sich in Strassburg versammelnde internationale aëronautische Kommission und wünscht, dass Ihre Arbeiten vom allerbesten Erfolg begleitet sein mögen.

Herr k. k. Oberlieutenant Hinterstoisser, Kommandant der k. k. militär-aëronautischen Anstalt, unser Vereinsmitglied, wird Ihnen unsere herzlichsten Glückwünsche und den Ausdruck unserer warmen aufrichtigen Theilnahme für die Förderung Ihrer wichtigen Aufgaben überbringen.

Genehmigen Sie die Versicherung unserer innigen Hochachtung und Ergebenheit.

Franz Hinterstoisser, Oblt.,
Ausschussmitglied.

Friedr. Stach,
Obmann des Wiener flugtechnischen Vereins.

VII.

Société belge d'astronomie Bruxelles.

BRUXELLES le 29 Mars 1898.

Monsieur le Président de la Commission Internationale.

Ainsi que j'ai déjà eu l'honneur de vous l'apprendre succinctement par dépêche, la Société belge d'astronomie s'est attachée depuis plusieurs mois à réaliser un programme de recherches dans es hautes couches de l'atmosphère.

Etant sorti de la période d'essais, nous nous proposons de

commencer sous peu les ascensions de cerfs-volants et nous avons pris toutes nos dipositions pour élever des ballons-sondes. C'est pourquoi nous avons prié M. Fievez, porteur de la présente, de se rendre à Strasbourg au nom de la Société, pour y prendre connaissance des conseils et des indications que vous jugeriez utiles de nous fournir, pour mettre nos recherches en concordance avec le programme international.

Espérant que vous lui réserverez bon accueil, nous vous prions de croire à l'expression de nos sentiments distingués et sympathiques.

Fernand Jacobs
président de la Société belge d'astronomie.

VIII.

K. K. Central-Anstalt für Meteorologie u. Erdmagnetismus.

Wien, Hohe Warte, 30. März 1898.

Hochgeehrter Herr Kollege!

Ich begrüsse im Namen der österreichischen Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus den in Strassburg versammelten Kongress für wissenschaftliche Ballonfahrten auf das Wärmste. Durchdrungen von der grossen Bedeutung dieser Luftfahrten für unsere Wissenschaft, bedauere ich auf das Lebhafteste, dass ich durch amtliche Obliegenheiten abgehalten bin, meinen ursprünglichen Plan, an demselben Theil zu nehmen, nicht ausführen kann. Ich bitte daher, Herrn Oberlieutenant Hinterstoisser, der als Vertreter Oesterreichs Theil nimmt, auch als Vertreter der mir unterstellten Central-Anstalt aufzunehmen, und erkläre mich gerne bereit, so viel es in meinen Kräften liegt, die Beschlüsse der Konferenz in Oesterreich zu vertreten und zu ihrer Ausführung, wie nur immer möglich, mitzuwirken.

Indem ich dem Kongresse einen recht erfolgreichen Verlauf wünsche, zeichne ich hochachtungsvoll und mit kollegialen Grüssen

Ihr ergebenster
J. M. Pernter.

IX.

Examen critique des méthodes employées dans les ascensions scientifiques pour la détermination de l'altitude et de la température.

Par

M. Léon Teisserenc de Bort.

Détermination de la hauteur.

Le calcul des hauteurs par le baromètre, qui est le seul qu'on puisse employer quand les nuages empêchent de voir le ballon, est sujet à plusieurs genres d'incertitudes dont l'importance n'est pas également connue.

Les unes proviennent du mode de calcul de la hauteur par le baromètre les autres de ce que l'atmosphère n'est pas en équilibre comme on l'a supposé.

Le calcul de la hauteur se fait par la formule bien connue de Laplace, où entrent les pressions observées, les températures et l'humidité.

Pour établir la formule barométrique en partant de la loi de Mariotte, Laplace a supposé que la température et l'humidité étaient presque uniformes dans la couche d'air considérée.[1]) Cette température est calculée, dans la pratique, par la demi-somme des températures extrêmes.

M. Angot a montré récemment[2]) que les résultats donnés par la formule n'étaient pas rigoureusement exacts du moment où, dans la nature, la température et l'humidité variaient avec

[1]) La loi de variation admise par Laplace équivaut à prendre une [illegible] uniforme.

[2]) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, mars 1898.

la hauteur, autrement qu'on l'avait admis pour établir la formule. L'erreur provenant de ce chef peut atteindre, même dans les cas ordinaires, des valeurs qui ne sont pas négligeables dès que les extrêmes de température sont assez différents et que les hauteurs considérées s'élèvent à plusieurs milliers de mètres. Il est donc nécessaire, si l'on veut faire un calcul rigoureux, d'établir autant de formules qu'il y a de modes de distribution de la température et de l'humidité avec la hauteur.

Ces méthodes de calcul devant faire l'objet de Notes spéciales, je ne m'étendrai pas davantage sur ce sujet, si ce n'est pour ajouter que, même en employant la formule usuelle (et négligeant ainsi la cause d'erreur signalée par M. Angot) on peut en améliorer beaucoup les résultats en calculant aussi exactement que possible[1]) la vraie température moyenne de l'air, en déterminant la température en plusieurs points de la colonne d'air.

Dans le calcul des températures moyennes il faut aussi signaler une cause d'erreurs venant de ce que la plupart des indications des thermomètres portés par les ballons sont affectées par l'insolation.

Les mêmes remarques s'appliquent à l'humidité de l'air, bien que le terme dépendant de l'humidité soit beaucoup moins important et devienne tout à fait négligeable dès que l'on arrive aux basses températures.

Le fait que l'atmosphère n'est pas en équilibre exerce une action sur la répartition des pressions. Les mouvements rapides de l'air modifient la valeur de la gravité à laquelle cet air est soumis. De plus, le gradient vertical[2]) qui se produit très souvent, se traduit par ce fait que la distance qui sépare deux surfaces isobares dans la verticale n'est pas exactement proportionnelle au poids de l'air contenu entre ces deux couches. Jusqu'ici on

---

1) C'est d'ailleurs la méthode que j'ai préconisée depuis longtemps et qui est appliquée pour la réduction au niveau de la mer des observations du Puy-de-Dôme dans le *Bulletin international* du Bureau météorologique.

2) *Voir*, sur les variations anormales de pression avec la hauteur: Note présentée au Congrès de l'Association scientifique française, 1884; Étude sur le gradient vertical, par M. L. Teisserenc de Bort (*Annales du Bureau central météorologique* 1892; *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 6 avril 1895).

n'a pu l'étudier que par les observations de montagne, dont les résultats peuvent être altérés à cause du relief du sol et par les observations de la tour Eiffel.

La grandeur que peut atteindre ce gradient est mal connue. Je puis cependant citer comme chiffre maximum un gradient négatif de 8^{mm} au Ventoux par tempête, soit 90^{m} environ sur 1900 ou $\frac{1}{21}$ de la hauteur. A la tour Eiffel on trouve couramment 1^{mm}, 2 ou 1^{mm}, 4 sur 24^{mm}, en chiffres ronds, qui expriment la différence de pression au sommet et à la base, soit $\pm \frac{1}{19}$. En tenant compte des valeurs positives du gradient vertical on arrive, comme on le voit, à des incertitudes qui peuvent atteindre $\frac{1}{10}$ de la hauteur. ***Mais ces chiffres sont obtenus près du sol et non dans l'atmosphère tout à fait libre, je ne les cite qu'à titre d'indication.***

Comme on le voit il y aurait le plus grand intérêt à déterminer la hauteur des ballons par des visées directes, surtout dans le cas où l'atmosphère est agitée.

La méthode de triangulation ordinaire a été employée avec succès à plusieurs reprises; elle pourrait être facilitée par l'emploi d'appareils analogues au dromographe de M. Hermite, permettant l'inscription graphique des coordonnées des visées successives de l'aérostat, qui peuvent ainsi être très rapides puisqu'il n'est plus nécessaire de lire les angles entre deux opérations.

Dans l'ascension du 18 février 1897 à Berlin, faite par beau temps, le ballon a été suivi par trois observateurs jusque vers la hauteur maximum atteinte. On a trouvé 8630^{m}; le calcul par le baromètre a donné 8675^{m}, concordance satisfaisante comme on le voit. Malheureusement, ces visées, lorsqu'il fait un vent un peu fort, ne peuvent se prolonger longtemps parce qu'on perd bientôt le ballon de vue. Au contraire, la méthode qui consiste à photographier le sol, à l'aide d'un appareil automatique porté par le ballon, permet de calculer la hauteur du ballon à tout moment de sa course, pourvu que les nuages ne soient pas continus; on peut ainsi profiter de toutes les éclaircies, les clichés étant pris à des intervalles très rapprochées.

Cette méthode, préconisée par la Commission scientifique d'aérostation de Paris et pour laquelle M. Cailletet a si heureusement imaginé un appareil décrit plus haut, a été expérimentée pour la première fois lors de l'ascension du *Balaschoff* le 22 octobre 1897.

Cet appareil marque un progrès notable dans l'équipement scientifique des aérostats; il est donc intéressant d'examiner la précision des résultats qu'on peut en attendre. Les quantités qui entrent en jeu dans le calcul de la hauteur sont: la distance qui sépare les points singuliers formant repères sur le terrain et l'altitude de ces points, la longueur focale de l'objectif et des longueurs mesurées sur les épreuves.

Les distances sur le sol dans bien des cas ne sont pas connues à $\frac{1}{100}$ près; dans les photographies prises par le *Balaschoff* vers 2300^{m} de hauteur, cette cause d'erreur est plus sensible que dans des mesures faites à plus grande hauteur, parce que les repères (à cause de la faible étendue de terrain représentée sur chaque épreuve) sont très rarement reliés par des triangulations véritables, mais seulement par des opérations de levers topographiques. Mais on peut toujours vérifier après coup les distances des repères sur le terrain et connaître ainsi ces distances à 2^{m} près sur 1^{km}; les hauteurs du sol sont suffisamment connues par les nivellements.

La détermination de la longueur focale de l'objectif de l'instrument se ramène pratiquement à l'étude du coefficient de réduction, c'est-à-dire de la mesure dans laquelle les images se trouvent réduites sur les clichés. Ce coefficient de réduction a fait l'objet de déterminations précises et peut être connu à quelques dixièmes de millimètre près, soit à moins de $\frac{1}{500}$ pour un appareil qui a environ 24^{cm} de foyer. Il resterait à savoir dans quelle mesure l'abaissement de température peut changer ce coefficient.

Les effets de distorsion sont assez difficiles à corriger lorsqu'ils sont irrégulièrement répartis, mais dans les bons objectifs ils sont peu sensibles. Par exemple, dans une série d'objectifs que nous avons étudiés à l'abservatoire de Météorologie dynamique de Trappes, pour les mesures photogrammétriques des nuages, série qui comprend quatre grands angles de Roussel et un aplanat de Steinheil, l'erreur sur les bords à 25° du centre ne dépasse guère $\frac{1}{10}$ de millimètre. Comme on peut d'ailleurs mesurer facilement, sur les plaques de l'appareil Cailletet, des distances représentées sur l'épreuve par 8^{cm} ou 10^{cm}, on voit que les erreurs à craindre par le fait de la distorsion ne dépasseraient guère le millième.

Les mesures sur les pellicules peuvent se faire avec des règles divisées sur verre, obtenues par la photographie et qu'on superpose à l'épreuve à mesurer; c'est le procédé employé pour les mesures de nuages, et pratiquement les pointés se font pour des objets terrestres à $\frac{1}{10}$ de millimètre près; ce qui, pour les mesures de points distants de 8^{cm} à 10^{cm} sur le cliché, donne une précision de plus de $\frac{1}{500}$.

Reste à parer aux déformations de la pellicule sensible. On sait par expérience que les pellicules analogues employées dans les cinématographes éprouvent un retrait qui varie de $\frac{1}{150}$ à $\frac{1}{500}$ environ; dans l'appareil Cailletet les repères tracés sur la glace où s'appuie la pellicule permettent de mesurer le retrait d'ensemble et, de plus, on peut tracer sur cette glace un réseau qui, se reproduisant sur la pellicule sensible, mettra à l'abri de toute déformation irrégulière. [1])

Nous sommes donc assurés d'avoir à l'avenir un moyen de détermination précis de la hauteur du ballon chaque fois que la Terre sera visible; l'importance de ces mesures ne saurait échapper à personne.

Détermination de la température de l'air.

La détermination de la température de l'air en ballon présente une difficulté toute particulière venant de ce que le ballon suit les mouvements de l'air en sorte que, lorsqu'il n'y a ni ascension ni descente, le réservoir du thermomètre se trouve en contact prolongé avec le même air qui se meut avec lui.

Pendant ce temps il est exposé à la radiation solaire si le ciel est découvert, au rayonnement vers les espaces célestes et en tous cas à la radiation du ballon.

Les abris employés à terre, qui ne sont que des écrans superposés de façon à perdre la conductibilité et rayonnement la plus grande partie de leur excès de chaleur par rapport à l'air, ne peuvent pas être utilisés en ballon parce que l'expérience montre qu'à terre par calme absolu ces abris finissent eux-mêmes par

---

1) Nous avons employé ce procédé pour un de nos théodolites photographiques de Trappes, pour étudier la fixité de la gélatine, et ce perfectionnement vient d'être apporté à l'appareil de M. Cailletet, qui a été muni en outre récemment d'un baromètre anéroïde d'une grande précision.

s'échauffer et ce serait encore plus vrai dans les hautes régions où l'insolation est double et triple de celle qui arrive au sol.

On est donc obligé de suppléer au manque d'agitation de l'air en employant le thermomètre-fronde ou un thermomètre à ventilateur.[1])

C'est à cette dernière solution (la seule possible en ballon non monté) que s'est arrêté M. Assmann. Cette méthode est la plus scientifique, mais elle exige un moteur assez puissant pour entretenir la ventilation pendant plusieurs heures et l'on ne voit guère jusqu'ici le moyen de concilier l'emploi de ce moteur avec l'extrême légèreté de l'équipement du ballon-sonde.

MM. Hermite et Besançon se sont arrêtés à une autre solution fort simple qui consiste à utiliser le mouvement relatif rapide produit par l'ascension et la descente du ballon pour ventiler naturellement le thermomètre. La grande force ascensionnelle donnée à leurs ballons, qui s'élèvent avec une vitesse de 4^m à 9^m par seconde à la montée et descendent à une vitesse de 2^m à 3^m, fournit en effet une ventilation très sensible et certainement suffisante pendant la montée si cette ventilation était prolongée.

Malheureusement, comme la variation de la température avec la hauteur est grande, il ne suffit pas d'enlever au thermomètre l'excès de température qui peut être dû à la radiation, mais il faut encore le refroidir ou le réchauffer très rapidement, afin qu'il reste en équilibre avec la température de l'air qui à la montée varie de 2° à 3° par minute.

Jusqu'ici ce résultat capital pour l'exactitude des chiffres fournis par les ascensions libres est loin d'avoir été obtenu, à cause de la masse des instruments, de leurs supports, enveloppes, etc., en sorte qu'on constate, à quelques heures d'intervalle, que la température à la même altitude peut être en excès de 14° à la montée, sur celle que l'enregistreur indique à la descente. Cet excès, indépendant de la période du jour où ont lieu les observations, et qui va en augmentant puis en diminuant systématiquement, ne peut être attribué à une variation réelle de

[1]) Ce dernier a été proposé par M. Renou dès 1865, et dans ses Instructions météorologiques publiées, il y a plus de trente ans, on trouve la description d'un dispositif pour placer les thermomètres dans un courant d'air et à l'abri de toute radiation solaire.

la température de l'air, mais est dû complètement à l'inertie avec laquelle les instruments se mettent en équilibre thermique avec le milieu gazeux.

Pour éviter cet inconvénient majeur il vient tout naturellement à l'esprit qu'on doit ralentir, à l'aide d'un délesteur, le mouvement ascensionnel du ballon, ce qui diminue la rapidité de la variation thermique; mais alors on supprimera presque complètement la ventilation naturelle due au mouvement relatif de l'air et les effets de la radiation se feront alors sentir avec énergie, ce qui est un autre inconvénient.

Il paraît cependant possible de diminuer tellement la masse de l'organe sensible du thermomètre, que sa variation soit extrêmement rapide et qu'il suive ainsi la température de l'air. Sous ce rapport les thermomètres à lame métallique peuvent rendre des services. Des expériences que nous avons faites depuis le mois de juillet 1897 à Trappes[1]) montrent qu'on peut construire ainsi un thermomètre dont la masse en eau est d'environ $0^{gr},16$ pour une surface de 67^{cq}; le rapport de la surface à la masse est ainsi $\frac{1}{130}$ fois plus grand que dans les thermomètres à tube plein d'alcool employés jusqu'ici.[2]) Aussi ces thermomètres se mettent-ils en équilibre avec l'air à peu près 8 fois plus vite que les autres. Des expériences ultérieures devront indiquer si l'on peut compter sur une fixité suffisante de la dilatation pour les employer seuls; mais déjà ils peuvent rendre service en les accompagnant, dans un enregistreur, d'un thermomètre de Richard à reservoir métallique, de façon à donner sinon la valeur absolue de la température du moins la variation de cette température.

La nécessité de la ventilation lorsque le ballon est arrivé aux environs de sa hauteur maximum, est prouvée par l'examen des courbes des enregistreurs. Les courbes de toutes les ascensions (bien que les ballons ne soient pas partis à la même heure) montrent que la température remonte dès que le ballon plane (et qu'ainsi la ventilation ne vient pas annuler les effets de la

---

1) En reprenant et améliorant un dispositif imaginé et réalisé il y a vingt ans par M. Tremeschini, membre de la Société météorologique de France, étudié à cette époque par M. Renou.

2) Et qui ont fait l'objet d'importantes recherches de M. Hergesell (voir *Meteorologische Zeitschrift*, p. 439; décembre 1897).

radiation et du rayonnement du ballon), de façon qu'on trouve deux minima thermiques : le premier au moment où le ballon termine sa marche ascendante, le second un peu après que le ballon a commencé à descendre.

Voici la valeur de ces inflexions de la courbe dans les ascensions des *Aréophiles III* et *VII*.

20 octobre 1895.

Heure.	Pression.	Température.	Vitesse verticale.
h	mm	°	m
11. 0..	235	— 60	
			— 7,7
7..	140	— 70	
			— 3,0
15..	120	— 60	
			— 1,6
23..	110	— 55	
			— 0,2
30..	110	— 52	
			— 1,0
37..	115	— 56	
			— 0,5
44..	117	— 59	

18 février 1897.

Heure.	Pression.	Température.	Vitesse verticale.
h	mm	°	m
10.36..	210	— 57	
			5
40..	174	— 63	
			5,5
45..	138	— 63	
			6,3
50..	114	— 61	
			0,9
55..	106	— 58,5	
			0,9
11.00..	102	— 59	
5..	104	— 56	
			— 1,0
10..	108	— 56,5	
			— 0,3
15..	110	— 55,5	
			— 1,0
20..	114	— 56	
			— 2,4
25..	126	— 57	
			— 1,4
30..	134	— 59	
			— 2,6
35..	146	— 60	
			— 2,3
40..	162	— 62	
			— 5,1
45..	186	— 64	
			— 3,5
50..	212	— 64	

Le 14 novembre, l'ascension a eu lieu de nuit; aussi la hausse de température, due à l'absence de ventilation lors du planement du ballon, est à peine marquée. Il existe seulement une petite inflexion après la montée de l'aérostat.

Frappé de cette allure des courbes, M. le Dr Assmann a pensé qu'on pouvait attribuer la hausse thermique à la radiation de la Terre. Il me paraît qu'il faut aussi faire entrer en ligne de compte la radiation de l'enregistreur lui-même, qui est très long à se mettre en équilibre, et dans le jour, celle du ballon, dont la température peut être de 80° au-dessus de celle de l'air.

Pour corriger le retard du thermomètre sur la température de l'air pendant les phases d'ascension et de descente M. le Dr Hergesell a calculé, en partant du principe de Fourier et d'une série d'expériences sur l'effet de la ventilation sur les thermomètres de Richard, quels étaient les termes correctifs à appliquer

à la température indiquée à un moment donné par l'enregistreur. Cette correction dépend naturellement de la rapidité de l'ascension et de la variation de la température. Ce travail, fait avec beaucoup de soin, permettrait d'améliorer sensiblement les indications du thermomètre si les cylindres tournaient assez vite pour que l'on puisse apprécier exactement la valeur du rapport $\frac{DU}{TD}$, U étant la température indiquée sur l'enregistreur et T le temps. Néanmoins, M. Hergesell conclut, avec une grande prudence scientifique, qu'il n'est guère satisfaisant d'avoir à appliquer des corrections dont la valeur atteint le cinquième de la quantité mesurée. D'ailleurs, si intéressantes que soient ces recherches sur les corrections à appliquer à cause de l'inertie du thermomètre, elles ne peuvent trouver leur emploi à partir du moment où l'effet du rayonnement devient la principale cause d'erreur, c'est-à-dire la période de planement où la ventilation artificielle est indispensable, sourtout pour les ascensions de jour.

Conclusions.

De cet ensemble de considérations et d'observations il semble donc que la meilleure solution pour déterminer la vraie température de l'air réside dans l'adoption des mesures suivantes:

1° *Emploi de thermomètres de petite masse et de très grande surface;*

2° *Ralentissement de la vitesse d'ascension du ballon de façon à la régulariser;*

3° *Emploi d'une ventilation artificielle qui pourrait être limitée à la période où le ballon plane et à celle où il commence à descendre, c'est-à-dire qui ne commencerait que quarante-cinq à cinquante minutes après le lâcher du ballon;*

4° *Placer le thermomètre très loin du ballon (au moins à* 30^{m} *au-dessous) de façon que la radiation du ballon, dont la température pendant le jour est souvent à* 60° *au-dessus de celle de l'air, soit sans influence sur les instruments et sur la température de l'air qui sert à la ventilation artificielle;*

5° *Enfin il paraît désirable de faire de temps à autre des ascensions de nuit.*

X.

Theoretische und experimentelle Untersuchungen über das Verhalten von Thermometern, insbesondere solchen, die schnell wechselnden Temperaturen ausgesetzt sind.

Von

H. Hergesell, Strassburg.

Die eigenthümlichen Verhältnisse, denen ein Registrirthermometer, das von einem Freiballon in die Höhe geführt wird, in thermometrischer Beziehung ausgesetzt ist, veranlassten mich gelegentlich Bearbeitung der Resultate der ersten internationalen Ballonfahrt zur Ausarbeitung einer Theorie über das Verhalten eines Thermometerkörpers, die in ihren Grundzügen bereits im Aprilheft der »M. Z.« enthalten ist. Die damals in Aussicht gestellte weitere und breitere Behandlung des Gegenstandes soll im Folgenden gegeben werden. Zunächst möge gestattet sein, den schon gegebenen allgemeinen Satz der Thermometrie an der Hand der Fourier'schen Theorie der Wärmeleitung noch einmal abzuleiten.

Wir betrachten einen Körper von beliebiger Gestalt, «den Thermometerkörper», der sich in einem diathermanen Medium befindet und in diesem Medium im Laufe der Zeit durch Wärmeabgabe Temperaturveränderungen erleidet. Die Temperatur des Mediums sei φ, die Temperatur an irgend einer Stelle des Körpers u, u_0 bedeute die Temperatur an der Oberfläche. Dann sind folgende partielle Differentialgleichungen zu erfüllen:

1) $\frac{du}{dt} = a^2 \left(\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} + \frac{d^2u}{dz^2}\right)$ im Innern des Körpers;

2) $-\frac{du}{dn} + \frac{h}{k}(u_0 - \varphi) = o$ an der Oberfläche des Körpers,

n ist nach Aussen gerichtete Normale;

3) $u = f[x,y,z.]$ für $t = o$ im Innern des Körpers.

Bei einem Thermometer interessirt in erster Linie nicht die Temperatur der einzelnen Stellen des Thermometerkörpers, sondern die Mitteltemperatur; denn diese gelangt bei Ablesung des Quecksilberfadens zur Beobachtung oder wird von den Registrirthermometern registrirt.

Bezeichnen wir mit dV ein Volumenelement des Thermometerkörpers, mit V sein ganzes Volumen, so hat die Mitteltemperatur den Werth:

$$U = \frac{1}{V} \int u \, dV ,$$

wo das Integral auf das ganze Volumen des Thermometerkörpers zu erstrecken ist. Um diese Mitteltemperatur bei unseren Differentialgleichungen zu erhalten, multipliciren wir die Gleichung 1) mit dV und integriren über das ganze Volumen des Körpers. Wir erhalten:

$$\frac{d}{dt} \int u \, dV = a^2 \int \left(\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} + \frac{d^2u}{dz^2} \right) dV .$$

Durch Anwendung der Green'schen Sätze geht diese Gleichung über in:

$$\frac{d}{dt} \int u \, dV = a^2 \frac{du}{dn} \int dS .$$

Das Integral auf der rechten Seite ist über die ganze Oberfläche des Thermometerkörpers, deren Element dS ist, zu erstrecken.

Dividiren wir auf beiden Seiten durch V und benützen die Oberflächengleichung 2), so erhalten wir:

$$\frac{dU}{dt} = -\frac{a^2 h}{Vk} \frac{S}{S} \int u_0 \, dS + \frac{a^2 h}{Vk} S \varphi .$$

Bei dieser Umformung machen wir die Voraussetzung, dass φ die Temperatur des umgebenden Mediums nur eine Funktion der Zeit, eine Voraussetzung, die bei thermometrischen Untersuchungen ohne Zweifel zulässig ist.

In dieser Gleichung ist $\frac{1}{S} \int u_0 \, dS$ die mittlere Oberflächentemperatur des Thermometers, die wir mit U_0 bezeichnen wollen. Benützen wir ferner die Beziehung $a^2 = \frac{k}{c \, . \, s}$ (c specif. Wärme, s specifisches Gewicht), so erhalten wir leicht die Gleichung:

$$\varphi = U_0 + \frac{Mc}{h \cdot S} \frac{dU}{dt} ,$$ wo $M = V.s$ die Masse des Thermometers ist.

Diese Gleichung enthält einen allgemeinen Satz, der bei sämmtlichen thermometrischen Untersuchungen zu Grunde zu legen ist.

Befindet ein sich abkühlender Körper sich in einem diathermanen Medium, so erhält man die Temperatur des Mediums genau, wenn man zu der Oberflächentemperatur des Körpers ein Glied hinzufügt, das dem Differentialquotienten der Mitteltemperatur des Körpers proportional ist. Der Proportionalitätsfaktor ist direkt proportional der Masse und specifischen Wärme (dem Wasserwerthe) des Thermometerkörpers und umgekehrt proportional der äusseren Leitungsfähigkeit und Oberfläche desselben.

Dieser Satz liesse sich direkt zur Thermometrie verwenden, wenn man die Oberflächentemperatur des Körpers leicht bestimmen könnte. Bei den meisten Thermometern ist dieses zur Zeit nicht möglich, dagegen besitzen dieselben stets sehr kleine Dimensionen, wenn sie überhaupt brauchbar sind, schnelle Temperaturänderungen zu messen. Wir können nachweisen, dass unter diesen Umständen die Oberflächentemperatur mit der Mitteltemperatur des Thermometerkörpers nahezu identisch wird, so dass in der obigen Gleichung I U_0 durch U ersetzt werden kann.[1])

Wir können die Oberflächentemperatur durch die Mitteltemperatur U ersetzen und erhalten folgende Beziehung zwischen φ und U:

$$\text{II.} \qquad \varphi = U + \frac{M\,c}{hS}\frac{dU}{dt}.$$

U ist hier die Temperatur, die das Thermometer entweder durch Ablesung oder Registrirung direkt liefert, den Koefficienten $\frac{Mc}{hS}$ wollen wir von jetzt ab α bezeichnen und den Trägheitskoefficienten des Thermometers nennen.

Wir haben folgenden Satz:

Um aus der Temperatur eines Thermometers, das schnell wechselnden Lufttemperaturen ausgesetzt

1) Siehe den näheren Nachweis M. Z. 1897. p. 434.

ist, die wahre Lufttemperatur zu erhalten, muss man zu den registrirten Werthen noch eine Korrektion $\alpha \frac{dU}{dt}$ hinzufügen, die um so grösser ausfällt, je steiler die Registrirkurve verläuft. Die Grösse α kann passend als der Trägheitskoefficient des Thermometers bezeichnet werden.

Bevor wir zu Versuchen übergehen, wird es gut sein, die Voraussetzungen festzustellen, unter welchen dieser Satz Giltigkeit hat. Grundbedingung ist, dass die Wärmeänderung des Körpers unter den Verhältnissen, die das am Anfang aufgestellte Fourier'sche Wärmeproblem fordert, erfolgt. Es sind also fremde Strahlungsquellen, wie die Sonnenwärme, ausgeschlossen. Der Thermometerkörper muss so aufgestellt sein, dass entweder derartige Strahlungsursachen nicht oder nur sehr unbedeutend auf ihn einwirken können, oder dieselben müssen durch Aspiration unwirksam gemacht sein. Den letzteren Fall wollen wir besonders in's Auge fassen, da er uns wegen der Registrirungen, die bei den Auffahrten der Freiballons erhalten wurden, interessirt.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass für einen ventilirten Thermometerkörper die Bedingungen des Fourier'schen Wärmeproblems, insbesondere die Differentialgleichung, die für die Oberfläche aufgestellt ist, Giltigkeit haben. Nur darf man in diesem Fall nicht vergessen, dass die Grösse h, die äussere Leistungsfähigkeit des Thermometerkörpers, sofort eine Funktion der Ventilation wird. h ist nach Definition die Wärmemenge, die in der Zeiteinheit durch die Flächeneinheit der Oberfläche des Thermometerkörpers hindurchgeht. Diese Wärmemenge hängt ohne Zweifel von der Luftmasse ab, die in der Zeiteinheit am Thermometer vorbeigeführt wird; d. h. h, also auch $\frac{1}{h}$, ist eine Funktion von μ, wenn μ die genannte Luftmasse bedeutet. Dasselbe gilt von der Grösse α, die den Werth $\frac{Mc}{Sh}$ hat.

Setzen wir $\alpha = f(\mu)$, so können wir von $f(\mu)$ zunächst nur sagen, dass diese Funktion mit wachsendem μ abnimmt, da μ im Nenner von α steht. Wir wollen jedoch die Voraussetzung machen, lass wir $f(\mu)$ nach der Taylor'schen Reihe entwickeln

und uns auf die ersten Glieder beschränken können. Dann erhält α die Form:

$$\alpha = \alpha_0 \ (1 - \beta \mu),$$

und wir können uns die Aufgabe stellen, die Konstanten α und β durch Versuche zu ermitteln.

Die Grösse μ ist die in der Zeiteinheit am Thermometer vorbeigeführte Luftmasse. Ist die Dichtigkeit der Luft s und die Aspirationsgeschwindigkeit v, so ist μ proportional s. v, und für α erhalten wir:

$$\alpha = \alpha_0 \ (1 - \beta \, s \, v) \, .$$

β ist in dieser Formel eine absolute Konstante, die nur von der Form und Beschaffenheit des Thermometerkörpers abhängt. Dieselbe Behauptung gilt jedoch nicht von α_0, da auch diese Grösse eine Funktion der Luftdichte sein kann.

Bevor wir an die Verwendung dieser Formel herantreten, ist es nöthig, über ihren Giltigkeitsbereich klar zu werden. Dieselbe gilt nur für ein ventilirtes Thermometer, das durch die Aspiration vor fremden Strahlungseinflüssen völlig geschützt ist, d. h. sie hat nur Giltigkeit, wenn v nicht unter einen gewissen Grenzwerth herabsinkt, sie gilt unter keinen Umständen für $v = 0$.

Die folgenden Versuche, die den Zweck hatten, die Konstanten der obigen Formel zu bestimmen, fanden im Lichthof der Deutschen Seewarte statt. Um die Thermometer verschiedenen Aspirationsgeschwindigkeiten auszusetzen, wurde der dort befindliche Combes'sche Rotationsapparat benutzt, der für gewöhnlich zu Anemometerprüfungen verwendet wird. Die Versuche wurden mit zwei Registrirthermometern Richard'scher Konstruktion angestellt, die früher bei den unbemannten internationalen Fahrten zu Temperaturaufzeichnungen gedient hatten. Der Thermometerkörper war demgemäss die schon geschilderte, mit Alkohol gefüllte Bourdon'sche Röhre. Ueber die Dimensionen der Gefässe mögen folgende Angaben dienen:

I. Thermograph Richard Nr. 20 346.

Breite	Länge	Mittlere Dicke der Bourdon-Röhre	Krümmungsradius bei 15°	Wasserwerth in Grammkalorien
17 *mm*	50 *mm*	2,0 *mm*	40,0 *mm*	0,5 bis 0,6

2. Barothermograph Richard Nr. 15 116,

17 *mm*	55 *mm*	2,0 *mm*	34 *mm*	0,5 bis 0,6

Die Thermometergefässe hatten demnach nahezu gleiche Dimensionen. Die Versuche wurden in der Weise angestellt, dass der Thermograph am äussersten Ende des rotirenden Arms befestigt wurde; er wurde hierauf durch eine untergehaltene Flamme bis etwa 30° erwärmt, sodann wurde die Röhre mit erwärmter Watte umwickelt, damit die Temperaturen im Thermometerkörper sich gleichmässig vertheilen konnten. Nachdem dies geschehen war, wurde die Watte schnell weggenommen und dem Apparate die beabsichtigte Geschwindigkeit ertheilt. Dieses konnte bei dem vorzüglichen Gange des Rotationsapparates innerhalb weniger Sekunden erreicht werden. Die Rotation wurde etwa 10 Minuten in gleichmässigem Gange erhalten, nach welcher Zeit man annehmen konnte, dass der Thermograph sich auf die Saaltemperatur eingestellt habe. Die gezeichneten Kurven gestatteten sodann, mit grosser Genauigkeit den Gang der Abkühlung zu verfolgen. Die Zimmertemperatur wurde vor und nach Beendigung des Versuches durch ein Aspirationsthermometer bestimmt. Dieselbe konnte während der Dauer eines Versuches als konstant behandelt werden.

Die Abkühlungskurve wurde durch jeden Thermographen für die Geschwindigkeit 0 *m*, 3 *m* und 7, bezw. 8,5 aufgezeichnet. Leider gestattete die Rotationsdauer der Uhren des Thermographen — sie betrug nahezu 2^h — keine grösseren Geschwindigkeiten, da für solche die Abkühlung so schnell erfolgte, dass die Registrirkurve zu steil abfiel, um noch genaue Messungen zu gestatten.

Die Kurve in Figur I gibt die Abkühlungskurven des Thermographen in vergrössertem Massstab wieder. Sie zeigt deutlich, welchen grossen Einfluss die Ventilation auf den Gang der Abkühlung hat.

Um den Koefficienten α zu bestimmen, kann man aus den Kurven U und $\frac{dU}{dt}$ entnehmen und die Gleichung $= U + \alpha \frac{dU}{dt}$ nach α auflösen. Da die Saaltemperatur während jedes einzelnen Versuches als konstant zu betrachten war, verfährt man jedoch genauer und bequemer, wenn man die obige Gleichung nach U

integrirt und die so erhaltene Gleichung zur Bestimmung von α benutzt. Die Integration liefert die Gleichung: $U - \varphi = c_0 e^{-\frac{t}{a}}$. Setzen wir $\log c_0 = x$ und $\frac{1}{\alpha} = y$, so geht dieselbe durch Logarithmirung über in $\log (U - \varphi) = x - y\, t \log e$.

Um die Unbekannte bestimmen zu können, wurden die Originalkurven genau ausgemessen und so für jede Kurve eine Reihe von Gleichungen gewonnen, die dann nach der Methode der kleinsten Quadrate behandelt wurde.

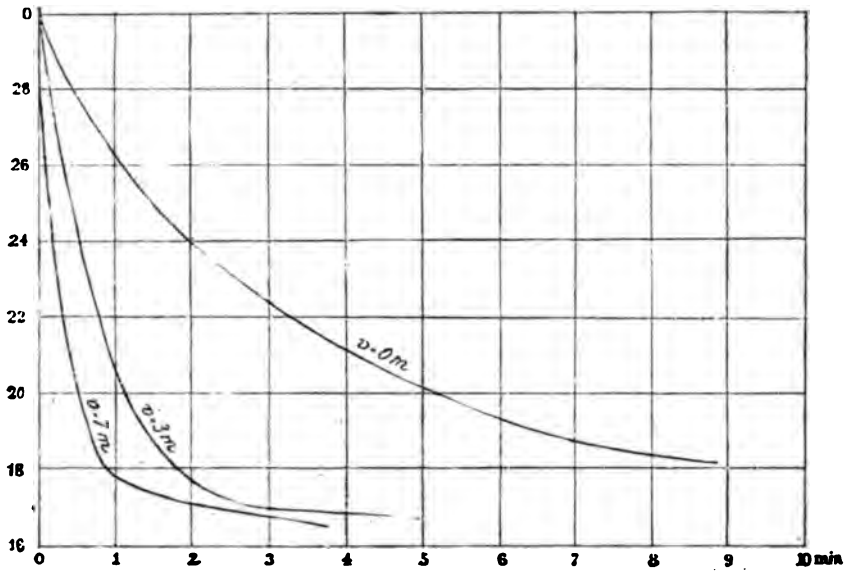


Fig. 1.

Die Originalzahlen finden sich in der oben erwähnten Abhandlung.

Die erhaltenen Bestimmungen von α müssen wir benutzen, um die Konstanten der früher abgeleiteten Formel:

$$\alpha = \alpha_0 (1 - \beta\, s\, v)$$

abzuleiten. Da s bei allen Versuchen konstant war, wollen wir $\beta s = \gamma$ setzen und haben demgemäss die Formel:

$$\alpha = \alpha_0 (1 - \gamma\, v).$$

Für α liegen Ermittelungen für drei verschiedene Geschwindigkeiten vor. Wir machten jedoch schon früher darauf auf-

merksam, dass die Formel für $v = 0$ unmöglich Giltigkeit haben kann. Denn, wie wir früher auseinandergesetzt haben, sind das ventilirte und nicht ventilirte Thermometer zwei völlig verschiedene Individuen, da bei fehlender Aspiration die äussere Leistungsfähigkeit ein ganz anderer Begriff ist, wie bei genügender Ventilation. Ein nicht aspirirtes Thermometer gibt seine Wärme wesentlich durch Strahlung ab und ist ohne Zweifel auch gewissen äusseren, wenn auch schwachen Wärmequellen ausgesetzt. Bei einem hinreichend ventilirten Thermometer dagegen erfolgt die Wärmeabgabe wesentlich durch Leitung und Berührung. Die Grösse h repräsentirt also in beiden Fällen einen durchaus verschiedenen physikalischen Begriff; wir sind in keiner Weise berechtigt, den Versuch zu machen, dieselbe durch eine und dieselbe mathematische Funktion darzustellen. Wir müssen demgemäss bei Auswerthung der oben stehenden Formel den Fall $v = 0$ ausscheiden. Die Bestimmung von α für den unaspirirten Zustand hatte lediglich den Zweck, den grossen Unterschied der Konstanten zu zeigen. Benutzen wir folglich nur die Fälle, wo $v = 3$ m und grösser ist, so erhalten wir folgende Formeln:

I. Thermograph Nr. 2 0346:

$$\alpha = 1.0\,(1 - 0.08\,v).$$

II. Barothermograph Nr. 15 116:

$$\alpha = 0.80\,(1 - 0.08\,v).$$

v ist hier in *m* durch sec. auszudrücken, während für den ersten Koefficienten die Zeiteinheit die Minute ist.

Es ist klar, dass diese Gleichungen nur Annäherungsformeln sind, insbesondere werden sie für sehr grosse Geschwindigkeiten nicht mehr anwendbar sein. α wird nach unseren Bestimmungen für ungefähr 13 *m* = 0, während es sich in Wirklichkeit assymptotisch mit wachsendem v der Null nähern wird. Praktisch hat jedoch dieser Umstand keine Bedeutung, da Aspirationsgeschwindigkeiten, die grösser als 10 *m* p. s. sind, in Wirklichkeit, auch bei den unbemannten Fahrten noch nicht vorgekommen sind. Ferner ist hervorzuheben, dass die obigen Bestimmungen für Geschwindigkeiten, die kleiner als 3 *m* sind, nicht anwendbar sind, aus Gründen, die früher auseinandergesetzt sind.

Die Konstante γ scheint für beide Thermometer denselben Werth zu haben, was nicht auffällig erscheint, da sie hauptsächlich von der Oberflächenbeschaffenheit abhängig sein dürfte, die bei beiden Instrumenten dieselbe war. Die erste Konstante ist bei dem Barothermograph etwas kleiner, was ebenfalls nicht auffällig ist, da die Dimensionen der beiden Bourdon-Röhren nicht ganz übereinstimmten. Aber auch hier ist die Verschiedenheit nicht gross. Wir werden nicht weit fehlgehen, wenn wir bei sämmtlichen Richard'schen Thermographen, die bei unbemannten Hochfahrten bisher benutzt wurden, die erste Konstante nahezu $= 1$ und die zweite gleich 0.08 setzen, denn die Bourdon-Röhre, die bei denselben verwendet wurde, stimmte in ihren Dimensionen nahezu überein.

Wir kommen jetzt zu der wichtigen Frage, wie der Trägheitskoefficient sich ändert, wenn die Dichtigkeit des umgebenden aspirirenden Mediums abnimmt. Dem direkten Wege, diese Untersuchung zu führen, nämlich einen Thermographen unter der Luftpumpe zu aspiriren, stellen sich grosse experimentelle Schwierigkeiten in den Weg, wie wohl von vornherein einleuchtet.

Die Versuche, über die ebenfalls in der M. Z. berichtet, sind zur Zeit noch nicht abgeschlossen.

Fassen wir nun die Ergebnisse dieser Untersuchung kurz zusammen, so erhalten wir folgende Sätze:

1. Ein ventilirtes Thermometer gibt die Temperatur seiner Umgebung niemals genau an, wenn diese sich schnell ändert, sondern seine Angaben bedürfen einer Korrektion, die durch $\alpha \frac{dU}{dt}$ ausgedrückt wird, $\frac{dU}{dt}$ ist der Differentialquotient nach der Zeit (bei einem Registrirthermometer leicht aus der Kurve zu entnehmen), α der Trägheitskoefficient.

2. Der Trägheitskoefficient ist gleich dem Bruch, gebildet aus dem Wasserwerth des Thermometers und dessen äusserer Leitungsfähigkeit, berechnet für seine ganze Oberfläche. Da diese zweite Grösse eine Funktion der Luftdichte uud Aspiration ist, gilt dasselbe von dem Trägheitskoefficienten.

3. Die Abhängigkeit von der Ventilationsgeschwindigkeit kann durch eine lineare Funktion mit genügender Genauigkeit dargestellt werden. Die Veränderlichkeit mit der Luftdichte ist komplizirter Natur. Auf jeden Fall gilt die Formel: $\alpha = \alpha_1 (1 - \beta \frac{s}{s_0} v)$; α_1 ist wahrscheinlich nahezu konstant.

Hier mögen noch für die bevorstehenden Unternehmungen ähnlicher Art einige Bemerkungen angeschlossen werden, die sich auf die instrumentelle Ausrüstung beziehen. Die obigen Untersuchungen haben gezeigt, dass die Kenntniss der Grösse $\frac{dU}{dt}$ von der grössten Wichtigkeit ist. Da die Bestimmung dieses Differentialquotienten nur aus der Registrirkurve erfolgen kann, ist es von Werth, die Zeitordinate in derselben so gross wie möglich zu machen. Die Umdrehungsdauer der Trommel in dem ursprünglichen Richard'schen Thermographen beträgt sechs Stunden. Da der Aufstieg in ungefähr 50 Minuten zu erfolgen pflegt, ist diese Zeit zu kurz. Ich habe bei der vierten internationalen Fahrt die Umdrehungsdauer auf zwei Stunden erniedrigt. Die Bestimmung von $\frac{dU}{dt}$ ist in diesen Fällen sehr genau möglich. Die während der Dauer einer Fahrt mehrfach erfolgenden Umdrehungen der Trommel sind unschädlich, da man die sich kreuzenden Kurven leicht auseinanderhalten kann.

Die bisherigen Erfahrungen bei den unbemannten Auffahrten haben ferner gelehrt, dass die Grösse $\frac{dU}{dt}$ bis zu 3° in der Minute ansteigen kann. Da der Trägheitskoefficient der Thermographen in ihrer jetzigen Form in grossen Höhen den Werth 4 zu erreichen vermag, wachsen die Korrektionen unter diesen Verhältnissen bis zu 12° an. Die Korrektionen erreichen demgemäss bei den bisher verwendeten Thermographen den vierten, beziehungsweise fünften Theil der zu messenden Beträge. Man wird in der Folgezeit bestrebt sein müssen, die Thermographen so zu bauen, dass der Trägheitskoefficient beziehungsweise der Wasserwerth des Ther-

mometerkörpers nur etwa den zehnten Theil des bisherigen Betrages ausmacht. Die Korrektionen steigen dann nur bis etwa 1°, bleiben also nahezu in den bei diesen Untersuchungen zu stellenden Fehlergrenzen.

XI.

Versuch zur Prüfung registrirender Thermometer bei tiefen Temperaturen.

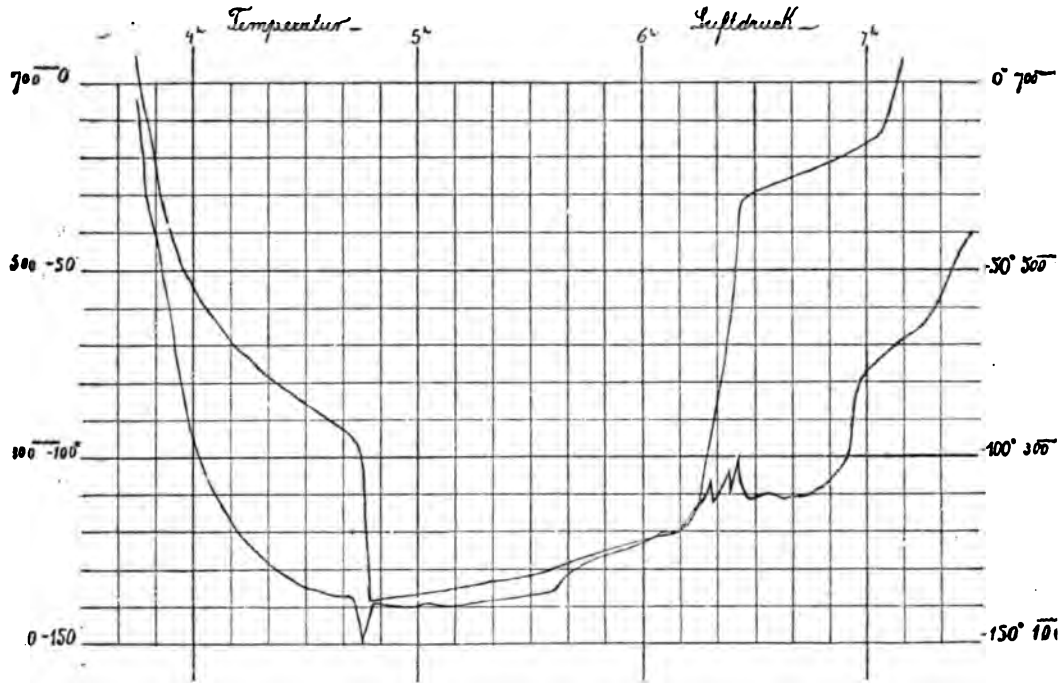
Von

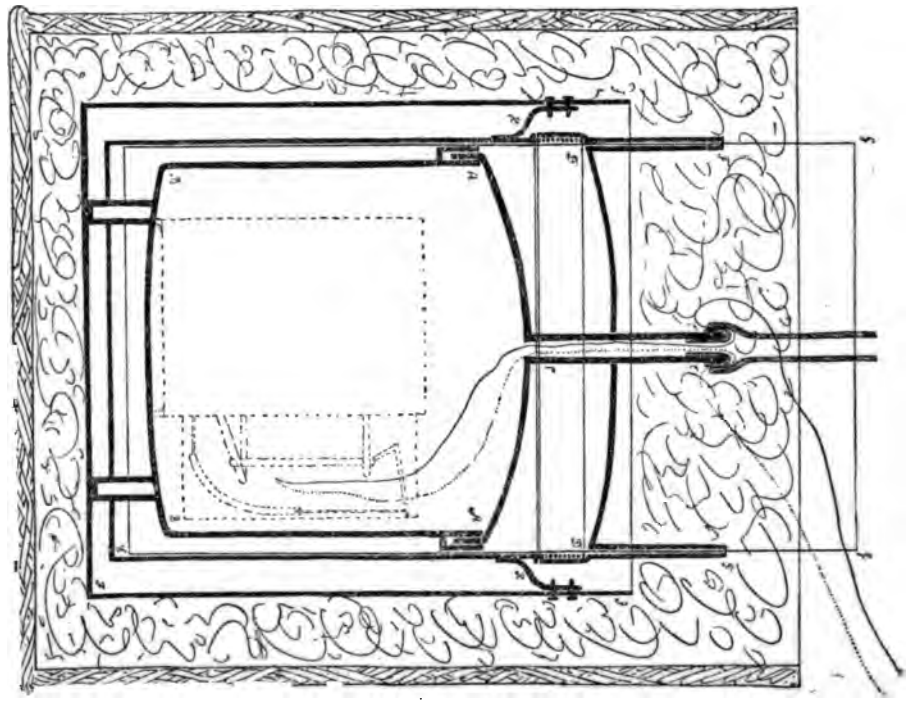
Dr. F. Erk-München.

Die Prüfung von Registrirthermometern bei so tiefen Temperaturen, wie man sie bei den Fahrten der unbemannten Ballons zu erwarten hat, setzt besondere Hülfsmittel voraus, indem auch die Abkühlung mittelst fester Kohlensäure nicht hinreicht, um diese Temperaturen zu erzielen. Herr Professor Dr. Linde hatte die Freundlichkeit, mir seine Hilfe in Aussicht zu stellen. Herr Dr. Linde jun. hat diese Unterstützung bei dem nachfolgenden Versuche mir zu Theil werden lassen und in so liebenswürdiger und entgegenkommender Weise mir seine Zeit geopfert, dass ich ganz besonders hier meinen Dank aussprechen möchte.

Der Versuch wurde am Freitag, den 17. Dezember 1897, ca. von 3—8 Uhr Nachmittags, ausgeführt. Es muss von vornherein betont werden, dass das Experiment den Charakter eines Vorversuches tragen musste. Es handelte sich vor allem darum, einmal zu sehen, wie sich die Dichtung des Apparates, die Isolirung der Leitung des Thermoelementes, die Dauer des Versuches, der ganze Wärmehaushalt während desselben, die Manipulation mit den einzelnen Theilen gestalten werden.

Die instrumentelle Ausrüstung war folgende: Ein registrirender Barothermograph von Richard wurde in einen kupfernen Kessel AABB gesetzt. An dessen oberen Rand ist an der Aussenseite eine ringförmige Rinne angelöthet, in welche der leicht gewölbte Deckel eingreift. Diese Rinne wurde mit geschmolzenem Talg ausgegossen. Während derselbe noch dünnflüssig war, wurde der Deckel aufgesetzt. Beim Erstarren des Talges wurde der Schluss


Temperatur
Luftdruck
4h
5h
6h
7h
700 0
500 -50
300 -100
0 -150
0 700
-50 500
-100 300
-150 100



vorzüglich gedichtet. Talg genügt vollkommen; Paraffin wird unnöthig hart und fest, sodass die spätere Oeffnung des Apparates sehr verzögert wird. Der gewölbte kupferne Deckel trägt in seiner Mitte ein Rohr C C C C, auf welches wir noch zurückkommen werden. Der kupferne Kessel steht in einem etwas weiteren Kessel aus Weissblech DDEE, der gleichfalls durch einen Deckel verschlossen ist. Dieser äussere Kessel wird mit Rohspiritus gefüllt, sodass der Deckel des Kupferkessels noch vom Alkohol bedeckt ist. Bei DD führen in den Kessel durch die angelötheten Röhren DFDF die Führungen eines ringförmigen Rührers herein, der aus starkem Draht hergestellt ist. Indem die äussere Verbindungsstange GG gehoben wird, bewegt sich der Drahtring in dem Alkohol zwischen dem inneren Kupferkessel und dem Kessel DDEE. Die Füsse des Kupferkessels gehen durch den Boden des Weissblechkessels hindurch und sind fest angelöthet, sodass die beiden Kessel ein Ganzes bilden. H H sind kleine Streben aus Blech, welche Durchbohrungen haben. Solche befinden sich auch in der Wand des äusseren, gleichfalls aus Weissblech hergestellten Cylinders JJJJ. Diese Durchbohrungen dienen dazu, um mittelst Stifte oder Draht den Kessel D D E E festzubinden. Die ganze Vorrichtung befindet sich dann in einem grob geflochtenen Weidenkorb und ist auf allen Seiten in Schafwolle gut isolirt eingepackt. Am Boden des äusseren Kessels war schon ein Vorrath von flüssiger Luft gesammelt. Sobald der Kessel D D E E eingesenkt wurde, kam die ohnehin schon heftig siedende flüssige Luft in so starke Gasentwicklung, dass man beim Einsetzen etwas vorsichtig sein musste, um nicht von Tropfen der herausgeschleuderten flüssigen Luft bespritzt zu werden. Die Wunden, ähnlich Brandwunden, heilen ziemlich schwer. Unwillkürlich ist man Anfangs versucht, genau zuzusehen, weshalb die Warnung berechtigt sein dürfte: Obacht, besonders für die Augen! Die Rücksicht auf die ökonomischen Verhältnisse zwingt, den Zwischenraum nicht zu weit zu machen; es darf daher Anfangs nur wenig flüssige Luft am Boden sein, um nicht zu heftige Gasentwicklung zu veranlassen.

In den Kessel J J J J wurde nun reichlich flüssige Luft gegossen, die vom Kompressionsapparat in Dewar'schen Gläsern zugetragen wurde. Zunächst verdampfte ihr Inhalt lebhaft und

allmählich sammelte sich im Kessel eine ziemliche Menge der ungewöhnlichen Flüssigkeit. Es wäre vielleicht nicht nöthig gewesen, so viel flüssige Luft einzugiessen, aber wir hatten natürlich zunächst gar keine Erfahrung über die Mengen, welche nothwendig waren, um die ganze Metallmasse des Apparates sammt Inhalt abzukühlen.

Der im Innern befindliche Thermograph war nicht zu sehen. Die Temperaturbeobachtung wurde vermittelst eines Thermoelementes gemacht. Herr Dr. Linde hatte die Zuführung desselben sehr geschickt angeordnet. Ein Gummischlauch ist in die Röhre C C gesteckt und über deren Ende umgestülpt. Ein zweiter Gummischlauch ist dann darüber gezogen und zwischen den beiden Schlauchstücken führen dann die Drähte des Thermoelementes hindurch. Das Galvanometer gestattet, direkt die Temperatur abzulesen. Der zweite Gummischlauch führte zu einem Quecksilbermanometer, bezw. mit Abzweigung zur Luftpumpe. Die Luftdichtung war sehr gut, sodass durch die Abkühlung allein schon in dem geschlossenen System eine erhebliche Druckverminderung entstand.

Der Versuch, den ich ausdrücklich nochmals als einen Vorversuch bezeichne, war verhältnissmässig zeitraubend. Die grossen Metallmassen nehmen natürlich die tiefen Temperaturen an und es dauert dann sehr lange, bis man den Apparat wieder öffnen kann. Der Talg war steinhart gefroren und wir mussten ihn mit der Stichflamme einer Löthlampe schmelzen.

Die Uhr war nicht stehen geblieben, aber der Schreibhebel war schliesslich nicht mehr am Cylinder angelegen. Das Arbeiten mit dem berussten Papier ist sehr unbequem. Es würde sich empfehlen, Versuche mit Baryumpapier zu machen, wie man es für die Indikatordiagramme verwendet. Eine Messingspitze schreibt auf diesem Papier bei leichtester Berührung einen unverlöschlichen, schwarzen feinen Strich. Die Zeitabscissen und eine vorläufig willkürliche Skala für die Temperatur können auf diesem Papiere vorgedruckt werden.

Nach den Angaben des Thermoelementes bezw. des Manometers ist dann folgende Tabelle und das Diagramm gebildet, welche die Grenzen ersehen lassen, in denen sich der Versuch bewegte.

Zeit	Luftdruck mm.	Temperatur C°	Bemerkungen.
2^{55}	728	—	Arretirung gelöst; Apparat vorbereitet.
3^{04}	—	—	In den Kessel eingesetzt. Mit Talg abgedichtet, dann Rohspiritus eingegossen.
3^{41}	—	—	In flüssige Luft eingesetzt und weitere flüssige Luft zugegossen; dann den Apparat sich selbst überlassen.
3^{45}	—	-5	
3^{47}	—	-25	
3^{51}	—	-45	
3^{57}	—	-80	
3^{59}	489	-92	Die Druckabnahme ist nur durch die Abkühlung entstanden.
4^{12}	—	-120	
4^{17}	—	-125	
4^{19}	—	-127,7	
4^{20}	—	-128	
4^{22}	—	-130	
4^{25}	—	-131,5	
4^{28}	—	-134	
4^{32}	353	-135	Druckabnahme bisher nur durch Abkühlung.
4^{38}	—	-137	
4^{42}	—	-137,5	
4^{44}	—	—	Mit dem Ejektor der Dampfmaschine verbunden und den inneren Kessel evakuirt. Dann wieder abgeschlossen.
4^{45}	—	-150	
4^{46}	145	—	Die Temperatur schwankt, bis sich der Druck im ganzen System ausgeglichen hat, dann steigt sie langsam und mit ihr auch der Druck.
4^{48}	—	-139	
4^{55}	—	-139,5 -140	Leichte Schwankung.
5^{05}	—	-139	
5^{08}	—	-140	

Zeit	Luftdruck mm.	Temperatur C°	Bemerkungen.
5^{29}	—	-137	
5^{37}	—	-135	
5^{40}	—	-130	
5^{58}	—	-125	
6^{02}	215	-122	
6^{05}	—	-120	
6^{10}	—	-120	
$6^{10,5}$	—	-118	
6^{14}	—	—	Wir lassen etwas Luft eintreten, um den Druck allmählich zu erhöhen.
6^{15}	253	—	Temperatur macht starke Schwankungen.
6^{17}	—	-110	
6^{18}	—	-106 / -110	
6^{19}	332	-112	
6^{23}	—	-104	
$6^{23,5}$	450	-110	
$6^{24,5}$	—	-104	
6^{25}	—	-100	
6^{26}	568	-106	
6^{28}	—	-111	Alkohol schmilzt; der Rührer lässt sich in der zähen Masse schwer bewegen.
6^{35}	—	-110	
6^{37}	—	-111	
6^{39}	595	—	
6^{45}	—	-110	
6^{47}	—	—	Der Rührer ist im zähen Alkohol abgebrochen.
6^{51}	617	—	
6^{54}	—	—	Einen Theil der Schafwolle abgedeckt.
6^{55}	—	-100	
6^{56}	—	-90	
6^{58}	—	-80	
7^{02}	—	-75	
7^{04}	646	—	
7^{05}	—	—	Weitere Wolle abgedeckt.

Zeit	Luftdruck mm.	Temperatur C°	Bemerkungen.
7^{10}	—	—	Luftabschluss ganz geöffnet; Temperatur springt auf -65°.
7^{14}	—	—	Kessel aus der flüssigen Luft gehoben.
7^{15}	—	-65	
7^{18}	—	-60	
7^{28}	—	-40	Die Drähte des Thermoelementes abgelöst und der äussere Deckel abgehoben, Alkohol abgegossen, mit der Stichflamme den noch felsenhart gefrorenen Talg erwärmt; 7^{46} der innere Deckel geöffnet und 7^{49} der Thermobarograph herausgenommen.

Der Versuch hat für spätere Fälle gezeigt, dass die flüssige Luft etwas langsamer beizugeben ist, indem sonst die Temperatur zu rasch und zu tief unter -100° sinkt, was wir eigentlich nicht beabsichtigt hatten. Das Auspumpen mit der Luftpumpe ist bei weiteren Versuchen, des stetigen Verlaufes halber, statt mit dem Ejektor mit einer eigentlichen Luftpumpe auszuführen.

XII.

Ermittelung der Korrektionen eines Registriraneroids für Ballonbeobachtungen.

Von

Dr. F. Erk-München.

Da bei den Ballonfahrten Hebungen und Senkungen oft in erheblichem Betrage einander folgen, so lagern sich die elastischen Nachwirkungen bei jeder Fahrt in anderer Weise übereinander. Hierdurch werden die in gewöhnlicher Weise ermittelten Korrektionen höchst unsicher. Man kann sich jedoch nachträglich die Korrektionen verschaffen, indem man das Barogramm der zu untersuchenden Fahrt auf einen neuen Streifen kopirt, diesen auf die Registrirtrommel auflegt und nun im Recipienten einer Luft-

pumpe diese Kurve von dem Registriraneroid nachzeichnen lässt. Man erhält bei einiger Uebung sehr gute Resultate. Einige Schwierigkeiten ergaben sich Anfangs bezüglich des luftdichten Verschlusses von so grossen Recipienten. Eine absolut sichere Dichtung haben die grossen Glascylinder, welche Herr Ingenieur Dr. Riefler für seine astronomischen Uhren benützt. Bei denselben sind gar keine Metallflächen, sondern nur aufeinander abgeschliffene Glasflächen verwendet, und erfahrungsgemäss halten diese Cylinder monatelang den verringerten Luftdruck unverändert.

XIII.

Résumé du mémoire de MM. Hermite et Besançon sur les améliorations à introduire dans l'équipement et la manœuvre des ballons-sondes.

MM. Hermite et Besançon font remarquer que les grandes oscillations imprimées au ballon-sonde au départ, sont plus effrayantes que nuisibles en réalité. Pour qu'on emploie un sac de délestage, il faut que cet agrès ne trouble pas la régularité de la manœuvre du lancer. Ils insistent sur l'avantage qu'il y aurait à organiser un délestage qui ne fonctionnerait que lorsque le ballon serait parvenu à une grande altitude. Ils décrivent un délesteur à limaille de fer ou à cendrée de plomb, qui serait placé dans l'intérieur de l'aérostat et pourrait être mis en action par un mouvement d'horlogerie. Ils sont partisans de nouveaux essais pour construire des instruments enrégistreurs plus sensibles que ceux que l'on possède. Mais ils insistent sur la nécessité d'adjoindre constamment aux nouveaux appareils un enrégistreur Richard, semblable aux appareils déjà construits, afin de rattacher les nouvelles expériences aux anciennes. Ils proposent en outre de remplacer l'appareil de déchirure imaginé par MM. Assmann et Berson par un trou de petite dimension pratiqué dans le clapet de ia soupape. Ils entrent dans la discussion des raisons que l'on peut invoquer pour limiter la durée du voyage lorsque l'on emploie un sac de délestage, car cet agrès en augmenterait enormément la durée. Ils insistent sur la nécessité de déterminer la température intérieure du ballon. Ils font remarquer qu'un sac de déles-

tage des hautes régions aurait l'avantage de produire d'une façon simple l'agitation de l'air que l'on chercherait vainement à réaliser par des procédés mécaniques. Ils insistent sur la différence essentielle qui existe entre la période diurne et la période nocturne des ascensions à grande altitude. Dans la période diurne on ne peut mesurer que l'intensité de la radiation solaire. Ils citent un grand nombre d'exemples prouvant que l'écart diurne, mensuel et annuel déviait avec l'altitude dans les observatoires de montagnes, où l'on ne mesure, que les températures à l'ombre. Ils proposent donc que l'on combine les températures diurnes et les températures nocturnes comme si elles avaient été prises à la même heure. Ils voudraient que l'on exposât le thermomètre des ascensions nocturnes à la radiation du milieu céleste.

Ils voudraient que l'on soumit un thermomètre à la radiation de la surface de la terre. Ils demandent que l'on place dans tous les ballons-sondes des appareils à minima ou à maxima très simples, analogues à ceux qu'ils ont imaginés pour leurs expériences primitives et qui ne pesaient que quelques grammes. Ils s'opposent à ce que l'on charge un ballon-sonde d'instruments dont la nécessité ne serait pas établie et qui les empêcheraient de pénétrer dans la haute atmosphère. Ils sont partisans des ascensions en ballons montés, de ballons captifs et de cerfs-volants qui accompagneraient les lancers de ballons-sondes. Ils demandent que l'on saisisse cette occasion pour étudier la basse atmosphère et qu'on fisse des observations supplémentaires dans tous les établissements météorologiques, mais à leurs yeux, ces opérations ne sont que sécondaires. Ils tiennent à déclarer que leur préoccupation a toujours été d'atteindre les hautes régions de l'air en pénétrant le plus haut possible dans ces plages inexplorées. Toute fois les altitudes qu'ils ont atteints leur paraissent suffisantes provisoirement. Ils ne croient pas que dans les observations de basse région les observateurs puissent arriver à déterminer par les instruments emportés dans la nacelle les éléments météorologiques avec l'exactitude indéfinie qu'on attribue aux observations visuelles. L'instantanéité des indications des appareils automatiques les rend malgré les erreurs dont les diagrammes osnt entachés plus exactes que les meilleures observations visuelles, si l'on prend certaines précautions qu'on indique. Ils recomman-

dent l'usage de l'appareil Cailletet pour la vérification de la loi de Laplace; mais au moins en attendant les résultats de ces recherches, ils demandent que les températures soient rapportées à la pression et non pas à l'altitude. A leurs yeux, dans les ascensions libres, l'instrument susceptible de donner le plus d'indications précises est le ballon lui-même dont les mouvements doivent être surveillés par des aéronautes expérimentés ayant à leur disposition des instruments spéciaux et les diagrammes écrits sur les enregistreurs.

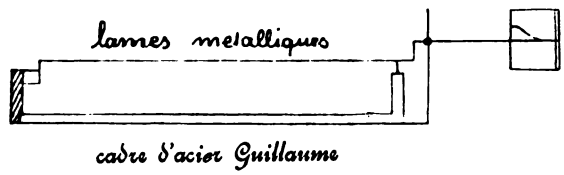
XIV.

Nouveau thermomètre à lames métalliques pour l'usage du ballon-sonde.

Par

M. L. Teisserenc de Bort, Paris.

La nécessité de créer un type d'instrument permettant de suivre avec exactitude des variations très rapides de la température comme on en constate dans les ascensions de ballon portant avec une grande force ascensionnelle a amené M. Teisserenc de Bort à construire à Trappes un thermomètre extra sensible, composé de lames métalliques de quelques centièmes de millimètres d'épaisseur, montées sur un cadre fixe. La dilatation de ces lames



met en mouvement le style de l'enregistreur. Le cadre est établi soit d'après le principe de composition inventé il y a plus de 20 ans par M. Tremeschini, membre de la Société météorologique de France, soit forme d'acier au nickel étudié par M. Guillaume et dont la dilatation est presque nulle. Dans ce dernier cas une petite pièce A qui est environ 20 fois moins longue que le cadre d'acier suffit pour obtenir une compensation rigoureuse.

La sensibilité de ces thermomètres qui ont été étudiés pendant l'été de 1897 à l'observatoire à Trappes est telle qu'ils varient de 5 dégrés en 15 secondes quand on les fait passer d'une pièce à 20° dehors en l'air, est de 14 dégrés.

Ils sont en équilibre complète en une minute pendant que les tubes de Bourdon mettent trois minutes pour arriver au même résultat.

La surface des lames métalliques comparées à leur masse en eau est 130 fois plus grande que celle du thermomètre Bourdon.

Dans un thermomètre à une seule lame apporté par M. Teisserenc de Bort à la Conférence de Strasbourg la masse en eau de la lame était seulement de 16 centigrammes.

Cet instrument que j'aurais voulu pouvoir envoyer à la réunion de la Société météorologique a été complètement déterrioré dans la chute du ballon-sonde parti de Strasbourg le lundi 4 avril.

Grâce à l'emploi de ces lames métalliques montées sur un cadre invariable on peut être assuré d'enregistrer les variations de températures de lui, qui se produisent quand les ballons s'élèvent rapidement avec des vitesses qui atteignent 500 mètres à la minute.

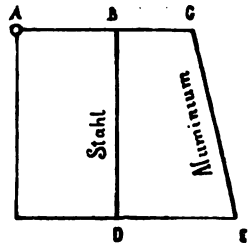
XV.

Beschreibung zweier empfindlichen Thermometer.

Von

H. Hergesell, Strassburg.

Die zwei neuen Thermometer, die Herr Hergesell der Konferenz vorzeigte, sind nach den in den abgedruckten Abhandlungen entwickelten Grundsätzen (S. 102) gebaut. Bei dem ersten besteht der Thermometerkörper aus dünnen neusilbernen Drähten von weniger als $^1/_{10}$ mm Durchmesser. Die Anzahl der Drähte musste so gross gewählt werden, um dem Schreibhebel, der die Ausdehnung der Drähte 50 mal vergrössert wiedergab, die nöthige Stabilität zu sichern. Das zweite Instrument besitzt einen Thermometerkörper aus 2 dünnen (Durchmesser $^1/_{10}$ mm) Lamellen aus Neusilberblech. Der Koefficient $\alpha = \frac{M\ c}{h\ S}$ betrug bei beiden Instru-



menten nur etwa 1/10 des Werthes, der den Bourdon-Röhren zukommt.

Die Thermometerkörper müssen in einen Träger gespannt werden, der eine Achse besitzt, die für die lineare Wärmeausstrahlung kompensirt ist. Bei beiden Instrumenten wurde dieses durch einen Bock erreicht, dessen einer Fuss aus Aluminium, der andere aus Stahl bestand. Die oberen Enden waren durch einen Hebel verbunden; die Länge der Hebelarme war so gewählt, dass der Punkt A der äussere Aehnlichkeitspunkt des Systems A B C war, so dass er bei einer Dehnung der Stangen B D und C E seine Lage nicht änderte. Die Kompensation konnte durch plötzliche Wärmeänderungen, denen das Instrument unterworfen wurde, sehr genau erzielt werden, da bei nicht hinreichend erzielter Kompensation stets ein Nachhinken des Instruments zu beobachten ist.

XVI.

Nouveau anémographe pour les cerfs-volants.

Par

M. Rykatchew, St. Pétersbourg.

L'anémographe pour les cerfs-volants consiste en un anémomètre Robinson placé au-dessous de l'instrument-enregistreur (fig. 1); cet anémomètre met en mouvement un système de roues qui font tourner un axe vertical muni d'un pas de vis; cette vis porte un écrou avec une aiguille et plume d'un côté, avec un levier et un guide cylindrique de l'autre. L'écrou glisse sur cet axe vertical pour régler la position horizontale de l'aiguille avec la plume. Cette dernière trace la courbe sur le papier, fixé sur un cylindre mis en mouvement par une montre comme dans les appareils de Richard. Quand la vis tourne, l'aiguille monte. Quand le mouvement total de l'air depuis le commencement de l'enregistration atteind 500 kilomètres à peu près, la plume atteind l'extrêmité supérieure de la feuille et on ramène l'aiguille en bas, de manière que l'instrument est apte à enregistrer la vitesse du vent durant

pendant 5 à 6 heures, quand le vent est fort. La seconde aiguille marque des points après un certain nombre de révolutions de l'anémomètre et en même temps il trace une ligne droite qui sert de repère. L'appareil est couvert d'un étui en aluminium (fig. 2) auquel est fixé une espèce de girouette; et sur cette girouette se meut une planche qu'on peut incliner sous différents angles. On lui donne l'inclinaison nécessaire pour tenir en équilibre l'instrument dans la position verticale quand le vent est fort. L'anémographe pèse 740 gr.

XVII.

Nouveau ventilateur pour les instruments du ballon sonde.

Par

M. Rykatchew, St. Pétersbourg.

J'ai cherché à construire un abri-ventilateur pour les instruments du ballon-sonde. La figure 3 montre l'installation des instruments enregistreurs dans la cage de bambou; en bas on voit une bobine sur laquelle on enroule une corde très-fine de 120 mètres à peu près; quand la bobine est mis en mouvement par la corde, elle fait tourner par un système de roues l'axe vertical, qu'on voit au milieu de la cage. Sur la figure 4 on voit l'abri en aluminium avec des jalousies en bas; cet abri est attaché à l'axe vertical. Sur la figure 5 la cage avec les instruments et avec l'abri est couverte d'un couvercle de la même construction que la cage. En haut, au milieu de ce couvercle, il y a une poulie par laquelle passe la corde, dont l'extrêmité supérieure est attachée au ballon et la partie inférieure traverse les autres poulies, indiquées sur le dessin et va en bas vers la bobine mentionnée; il est enroulé sur cette bobine et son bout est attaché à la même bobine. Quand la cage est suspendue elle descend lentement en défilant la corde de la bobine qui fait tourner l'axe vertical et l'abri-ventilateur.

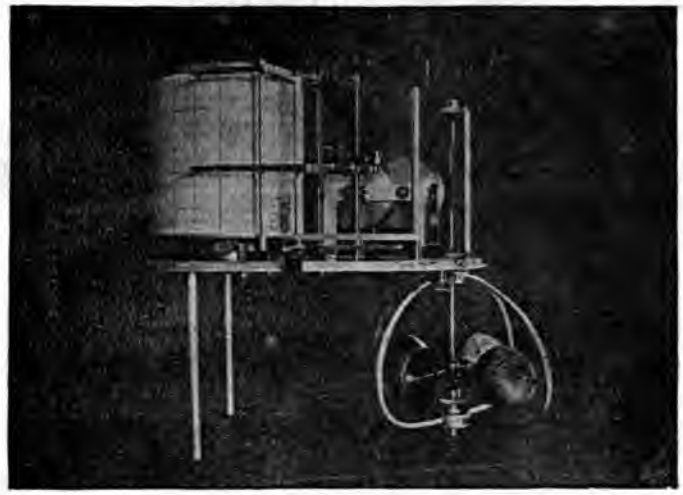


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

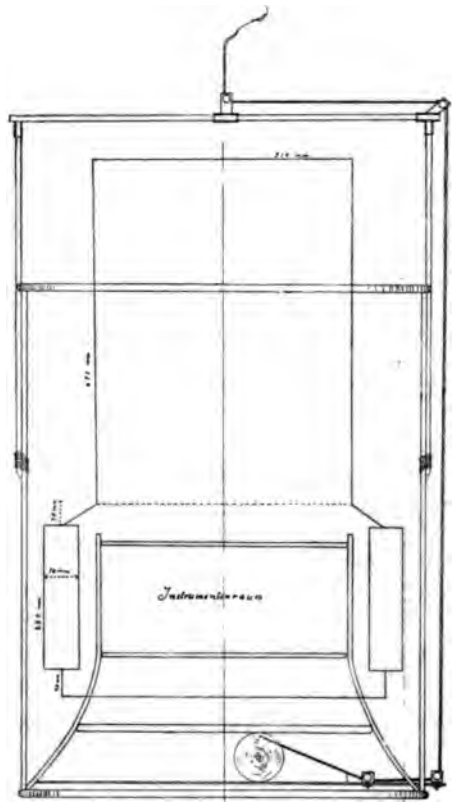


Fig. 5.

XVIII.

Rapport sur les moyens employés au «Blue Hill Observatory» (Mass. Etats-Unis) pour obtenir les observations météorologiques avec des cerfs-volants.

Par

L. Rotch, Blue Hill Observatory. America.

Quoiqu'on avait, il y a longtemps, employé en Angleterre les cerfs-volants portant les thermomètres et les anémomètres, ces instruments n'inscrivaient pas leurs indications de sorte que ce n'était pas possible d'avoir des observations simultanées au cerf-volant et à la terre.

On a été les premiers à «Blue Hill» au mois d'Août 1894, à élever par un cerf-volant un thermomètre inscripteur et depuis ce temps l'exploration de l'air libre par le procédé des cerfs-volants a été suivi d'une façon continue au «Blue Hill» par divers instruments perfectionnés. En 1896, sur la demande de M. Rotch, la Conférence Internationale Météorologique de Paris, a reconnu l'utilité de ses expériences, qu'on a répété depuis aux Etats-Unis et en Europe. M. Rotch possède actuellement à peu près 200 diagrammes obtenus dans diverses conditions depuis les couches voisines du sol jusqu'à celles qui sont voisines de 3400 mètres au-dessus de la station. Une description des appareils employés jusqu'au commencement de février 1897 avec une discussion de M. Clayton des résultats météorologiques très importants qu'il a déduit de ces observations se trouvent dans les Annals of Harvard College Observatory, vol. XLII, part. I, publiées sous la direction de M. Rotch. La Smithsonian Institution qui a subventionné M. Rotch du fonds «Hodgkins», publiera son rapport définitif. Au début on a employé les cerfs-volants Malais introduits en Amérique par M. Eddy, mais actuellement on ne se sert que des formes cellulaires inventées par M. Hargrave de l'Australie. Ces cerfs-volants construits avec cadre en bois de sapin couverts de coton dit «nainsook» pèsent de 550 à 850 grammes par mètre carré. La surface effective est quelquefois de 6 m. carrés. Dernièrement on a essayé les cerfs-volants de M. Lamson avec les surfaces concaves vers le vent qui

augmentent son composante vertical d'un tiers. Les cerfs-volants s'élèvent de 50° à 60° au-dessus de l'horizon et avec un vent de 8 mètres par seconde vitesse moyenne à «Blue Hill», ils exercent une traction de 4 kilogr. par mètre carré de surface exposée au vent. Dans les brides on a introduit des ressorts en caoutchouc qui font diminuer l'angle que présentent les surfaces exposées au vent quand celui-ci devient trop fort. On peut ainsi faire des ascensions avec des vents qui varient de 5 à 20 m. par seconde et en moyenne trois fois par semaine.

Au mois de janvier 1896 on a substitué le fil d'acier à la corde. La corde qui avait une force de résistance de 136 kilogr. pesait 1180 grammes par 100 m. et avait un diamètre de 3,6 mm. tandis qu'un fil d'un diamètre de 0,81 mm. ne pesait que 420 grammes par 100 mètres, mais il supportait la même traction. Grâce à cette réduction de la surface et du poids et à des cerfs-volants perfectionnés on a quadruplé les hauteurs atteints. Le progrès se voit par les chiffres suivants. A la fin de 1895 la hauteur moyenne de toutes les ascensions n'étaient que de 450 mètres tandis que pendant le dernier trimestre de 1897 la moyenne était de 1960 m. Chacune de ces cinq dernières ascensions dépassaient 500 mètres, quatre ascensions dépassaient 1000 m., trois d'elles dépassaient 1500 m., deux dépassaient 2000 m. et une atteignait 3380 m. au-dessus de la colline, soit 3570 m. au-dessus de la mer voisine. Pour cette ascension on a employé le cerf-volant à surfaces creuses de 6,6 m. carrés et trois autres Hargraves. La surface totale effective de quatre cerfs-volants était de 14,2 m. carrés; la longueur du fil déroulé était de 6,300 m., son poids étant de 27 kilogr.; et la traction au treuil variait de 56 à 68 kilogrammes. Pendant l'expérience, qui ne durait que 4 heures et demie, le vent à l'Observatoire soufflait d'une vitesse de 5 à 8 m. par seconde. — Les traces provenantes du baromètre, du thermomètre et de l'hygromètre sont parmi les plus belles qu'on a obtenues (v. U. S. Weather Bureau. Review, September 1897). Au mois de septembre 1897 sur sept jours de suite on a fait des ascensions et deux fois on est arrivé à maintenir le météorographe pendant la plus grande partie de 24 heures à une hauteur moyenne de 500 mètres.

Un treuil mu par une machine à vapeur de 2 chevaux enroul

le fil selon la méthode de Thomson pour le sondage de la mer profonde. Il y a des dispositifs pour mesurer la longueur du fil déroulé et pour enregistrer continuellement la traction.

Dès l'année 1895 M. Fergusson, aide à l'Observatoire de « Blue Hill » a construit un météorographe pour cerf-volant comportant un baromètre et un anémomètre. La même année, sur la demande de M. Rotch, M. Richard de Paris a construit en aluminium le météorographe à triple inscription déjà employé par les aéronautes français et a ainsi réduit son poids à 1280 grammes (v. La Nature, 8 février 1896). M. Fergusson vient de construire un appareil-inscripteur avec baromètre, thermomètre, hygromètre et anémomètre protégé par une boîte d'aluminium qui pèse environ 1400 grammes.

Le météorographe est suspendu au bout du fil principal où sont attachées les cordes des deux cerfs-volants. On attache d'autres cerfs-volants le long du fil selon la force du vent de façon à maintenir l'angle avec l'horizon au-dessus de 30°. Cependant, la traction ne doit pas dépasser la moitié de la résistance calculée du fil, c'est à dire environ 70 kilogrammes.

L'altitude du météorographe est déterminée pendant des haltes faites à des hauteurs différentes par des mesures trigonométriques, ou, quand les nuages cachent l'instrument, par la courbe de son baromètre. Les mesures ainsi faites et les traces des enregistreurs donnent les renseignements très précis sur la hauteur et l'épaisseur de certains nuages informes qu'on ne saurait ni photographier ni viser avec des théodolites.

Les avantages que présentent pour les observations météorologiques les cerfs-volants sur les ballons quand il y a du vent, sont formulés par M. Rotch dans une communication publiée dans le numéro d'avril 1898 des « Illustrirte aëronautische Mittheilungen », rédigés par MM. le capitaine Moedebeck et le lieutenant Hildebrandt de Strasbourg.

XIX.

Anleitung zur Ausführung von Beobachtungen mittels des Aspirations-Psychrometers bei wissenschaftlichen Ballonfahrten.

Im Auftrage der 1. Konferenz der Internationalen Aëronautischen Kommission in Strassburg zusammengestellt von
R. Assmann-Berlin.

Die Konferenz hat beschlossen:

1. Bei jeder Simultanfahrt mit bemannten Ballons ist ein Aspirations-Psychrometer zur Beobachtung zu verwenden;
2. dasselbe muss wenigstens 1,5 m vom Korbrande entfernt aufgehängt sein.

Die Firma R. Fuess in Steglitz bei Berlin liefert drei verschiedene Formen des Assmann'schen Aspirations-Psychrometers:

a) das grosse dreifache Ballon-Instrument,
b) das Normal-Aspirations-Psychrometer,
c) das kleine Taschen-Aspirations-Psychrometer.

Das letztgenannte «Taschen-Instrument» ist für den Gebrauch im Ballon nicht geeignet; es ist deshalb grundsätzlich auszuschliessen.

a) Das grosse dreifache Ballon-Aspirations-Psychrometer

besteht aus drei in $^1/_5{}^0$ getheilten Thermometern, deren mittleres als «trockenes» dient, während die beiden seitlich befindlichen als «feuchte» Thermometer benutzt werden. Die Thermometergefässe der letzteren sind zu diesem Zwecke möglichst sorgfältig und unter Vermeidung von Falten mit einer höchstens zweifachen Lage von gut ausgewaschenem Musselin zu umgeben, die oberhalb und an der Spitze des Gefässes mittels dünnen Zwirnfadens fest zu umschnüren ist.

Der Apparat wird an einem 2,4 m langen Galgen befestigt, der am unteren Theile des Ballonkorbes an einer Querstange eingelenkt ist, und kann mittels einer Leine, welche durch einen am Ringe befestigten «Kloben» oder eine Rolle geht, nach Bedarf gehoben oder gesenkt werden. Die Stangen des Galgens

können zusammengeschoben und so auf die Hälfte verkürzt werden. Nahe der Spitze des Galgens, wo die beiden Seitenstangen konvergiren, befindet sich eine Vorrichtung zur sicheren Befestigung des Apparates. Lässt man den Galgen soweit heruntersinken, dass sich die Skalenmitte der Thermometer in bequemer Ablesehöhe, also etwa 1,5 m über dem Boden des Korbes befindet, so wird der Apparat etwa 1,6 m vom Korbrande entfernt sein.

Auf dem entsprechenden Korbrande befestigt man mittels einer überfassenden «Klaue», unter welche man ein etwa 1 m langes schmales Brettchen aufrechtstehend unterlegt, ein gewöhnliches Nivellirfernrohr, das Ablesungen von 1 m Entfernung an gestattet und die nicht in einer Ebene liegenden Skalen der drei Thermometer gleichzeitig ausreichend scharf erkennen lässt. Die nach dem Ringe führende Halteleine befestigt man in einer entsprechenden Länge an der Ecke des Korbes, um Neueinstellungen thunlichst zu vermeiden. Die Befeuchtung der beiden umwickelten Thermometer geschieht mittels eines mit einem Glasrohre und einem Quetschhahne versehenen Gummibällchens, welches man, um ein Gefrieren des Wassers zu verhüten, in der Tasche trägt.

Ein auf 1,7 m Länge ausziehbarer Hugh'scher Schlüssel mit Universalgelenken und hölzernem Handgriff dient zum Aufziehen des Laufwerkes am Aspirations-Psychrometer vom Korbe aus, was spätestens alle 5 Minuten geschehen muss, da das Laufwerk des Apparates stets ununterbrochen im Gange zu erhalten ist, um sichere Ablesungen zu erhalten. Den Griff des Schlüssels befestigt man durch eine Schlinge am Korbrande.

Die Bedienung und Ablesung des Aspirations-Psychrometers hat folgendermassen zu erfolgen:

1. Heranziehen des Apparates mittelst der Schnur, Befeuchten beider umwickelten Thermometer, danach Wiederhinablassen des Galgens und sofortiges vollständiges Aufziehen des Laufwerkes mittels des Hugh'schen Schlüssels.
2. Vorbereitende Fernrohrablesungen beider befeuchteten Thermometer; sobald diese nicht mehr sinken, zur Ablesung fertig.
3. Nach einer am Fernrohrpfosten hängenden, auch für den Ballonführer erkennbaren grösseren Sekundenuhr — am besten einer sogenannten «Wagenuhr» — commandirt der

Beobachter 10 Sekunden vor einer vollen Minute: «Fertig zur Ablesung!», worauf der Ballonführer, oder sonstige Mitfahrende auf das Aneroidbarometer blickt. Sofort zählt der Beobachter laut: 1, 2, 3 u. s. w. nach der Sekundenuhr, wirft dabei einen Blick durch das Fernrohr, um die ganzen Grade des trockenen und eines der feuchten Thermometer abzulesen; bei dem Commando 10, entsprechend der vollen Minute, liest er die Zehntelgrade ab und notirt sofort seine Beobachtung; gleichzeitig hat der andere Beobachter den Stand des Aneroides abgelesen und notirt.

4. Nach jeder Ablesung wird sofort das Laufwerk des Psychrometers wieder vollständig aufgefunden.
5. Der Beobachter liest das Schwarzkugelthermometer (Aktinometer) ab und notirt dessen Stand.
6. Befindet sich der Ballon nach Angabe des Barographen in der Gleichgewichtslage, dann tritt der Beobachter an das Quecksilberbarometer, notirt den Stand des «thermomètre attaché» und commandirt: «Fertig zur Barometerablesung!» nachdem das Instrument möglichst genau eingestellt worden ist, commandirt er: «Fertig!», wobei gleichzeitig der andere Korbinsasse den Stand des Aneroides abliest und nebst Angabe der Zeit notirt.
7. Vor einer neuen Ablesung des Aspirations-Psychrometers ist nochmals dessen Laufwerk vollständig aufzuwinden. Wenn irgend thunlich, sollten die Ablesungen nicht seltener als von 5 zu 5 Minuten erfolgen.
8. Höchstens 15 Minuten nach erfolgter Befeuchtung ist eine neue vorzunehmen, zu welchem Zwecke der Galgen herangezogen werden muss; man befeuchte indess nur eines der beiden umwickelten Thermometer und drehe vor dieses den seitlich angebrachten kleinen Metallschirm vor, sodass die Skala verdeckt wird. Zur Ablesung wird nun solange ausschliesslich das nicht zuletzt befeuchtete Thermometer benutzt, bis man sich überzeugt hat, dass beide den gleichen Stand aufweisen; danach kann das andere befeuchtet und dieses nun durch Vordrehen des Schirmes gegen vorzeitige irrthümliche Ablesungen geschützt werden.

9. Hat man nach dem Vorschlage von Erk das eine der beiden feuchten Thermometer noch mit einer Musselin-Umwickelung des inneren Hüllrohres versehen, so muss man jedesmal beide Thermometer befeuchten und auch ablesen; zur Befeuchtung des Musselins am Hüllrohre bedarf man eines Befeuchtungsgefässes mit weiterem Glasrohre, sodass das Hüllrohr hineinpasst.
10. Das am Mittelrohre des Apparates angebrachte Haarhygrometer, welches vor der Auffahrt nach dem Aspirations-Psychrometer zu justiren ist, wird hin und wieder zur Controlle mit abgelesen, zumal dann, wenn die Temperatur des feuchten Thermometers um den Gefrierpunkt schwankt; man hüte sich dabei vor grösseren Parallaxenfehlern, welche man nach einiger Uebung leicht vermeidet.

Das Ankertau oder der Schleppgurt muss stets an derjenigen Seite des Ringes befestigt sein, welche den Galgen für das Aspirations-Psychrometer trägt, da diese Seite bei Schleiffahrten die obere bleibt. Vor der Landung ziehe man den Galgen an den Korb heran, nehme den Schlüssel ab, das Instrument heraus, verkürze den Galgen durch Zusammenschieben und binde ihn am Korbrande fest.

b) Das zweifache Normal-Aspirations-Psychrometer.

Dasselbe besteht nur aus zwei Thermometern, einem trockenen und einem feuchten und wird mittels eines gewöhnlichen Schlüssels aufgezogen. Diesen Schlüssel befestige man vor der Auffahrt mittels einer Schnur am Korbe, oder am eigenen Körper durch Umhängen oder Einknüpfen in ein Knopfloch des Rockes, da er sonst leicht verloren geht.

Das Aspirations-Psychrometer wird in der Weise aufgehängt, dass man vor der Füllung des Ballons eine starke Schnur oder dünne Leine von 12—15 m Länge in einen der sogenannten «Grossen Gänsefüsse» des Netzes fest einbindet und es nun kurz vor der Auffahrt unter seinem Laufwerkkopfe in einer für die Ablesung bequemen Höhe durch Schleife und Knoten sicher an der Leine einschlingt; das untere Ende der Leine, das zum Heranziehen des Apparates dienen soll, bindet man sorgfältig an der entsprechenden Korbwand fest; verliert man dasselbe, dann bleibt

das mehrere Meter vom Korbe entfernt hängende Instrument unerreichbar. Man versichere sich noch, dass der Laufwerkkopf des Apparates fest angeschraubt ist.

Die Ablesung hat analog dem oben Gesagten folgendermassen stattzufinden:

1. Befeuchten und Aufziehen des Apparates.
2. Commando «Fertig zum Ablesen», 1, 2, 3 u. s. w.; 10 Sekunden vor der vollen Minute Heranziehen des Instrumentes nur so weit, dass die ganzen Grade erkennbar sind; bei dem Commando 10 schnelles Heranholen bis auf höchstens 0,5 m an den Korbrand und schnelle Ablesung der Zehntelgrade; sofortiges Notiren der Beobachtung. Soweit als irgend thunlich, biege man sich hierbei über den Korbrand hinaus und halte das Instrument mit seinem unteren Theile möglichst weit vom Korbe entfernt, damit nicht Luft aus dessen Nähe aspirirt werden kann. Gleichzeitig liest der Ballonführer das Aneroid ab.
3. Wiederaufziehen des Laufwerkes, nach 15 Minuten Wiederbefeuchtung. Das feuchte Thermometer ist nur dann abzulesen, wenn man sich von der Unveränderlichkeit seines Standes überzeugt hat. Nach einer neuen Befeuchtung müssen wenigstens 5 Minuten vergangen sein, ehe eine Ablesung stattfinden darf;
4. sofortiges Wiederhinauslassen des Apparates bis zur nächsten Ablesung.

Das Schleuder-Psychrometer.

Will man, wie es die Konferenz empfohlen hat, vergleichende Beobachtungen mit dem Schleuder-Psychrometer ausführen, so schleudere man dieses Instrument in möglichst grosser Entfernung von einer unbesonnten Korbwand thunlichst ununterbrochen; mindestens 5 Minuten müssen nach dem Beginn des Schleuderns verflossen sein, ehe man eine Ablesung ausführen darf; diese muss äusserst schnell und bei weit hinausgebeugtem Oberkörper erfolgen.

XX.

Sur le calcul des hauteurs des ballons par le baromètre.

Rapport de
Mr. **Léon Teisserenc de Bort.**

Le calcul des hauteurs par le baromètre dérive, comme on le sait, de la loi de Mariotte qui le premier a donné une formule permettant de relier la différence de pression à la différence de hauteur. Pour exprimer cette relation, on a établi depuis cette époque plusieurs formules; la plus complète et la plus usitée est celle de Laplace.

Cette formule, comme celle de Rühlmann, qui en dérive, donne l'épaisseur de la couche d'air qui s'étend entre deux points d'altitude différents quand on connait la température, l'humidité de l'air et l'intensité de la pesanteur dans cette couche d'air.

Pour obtenir des résultats tout à fait précis, il serait donc nécessaire de connaître exactement les lois qui régissent les variations de ces éléments suivant la verticale. Dans la pratique on s'est contenté en général de faire usage de la formule barométrique telle que Laplace l'a établie:*) c'est-à-dire en prenant pour valeur de la température et de l'humidité la moyenne valeur de ces éléments aux deux points extrêmes de la couche considérée.*) De là résultent deux causes d'erreur différentes, l'une qui vient de

---

*) Il faut pourtant faire exception des hauteurs calculées pour toutes les ascensions des ballons de la «Société Allemande de Navigation aérienne» à Berlin, où depuis l'année 1891 le soussigné a introduit la méthode, de «calcul par tranches» essentiellement identique avec la méthode recommandée dans cet annexe. Berson.

**) Auch bei den Strassburger Ballonfahrten sind die Höhen stets nach der Schichtenmethode ermittelt worden. Siehe die folgende Mittheilung. Hergesell.

***) Pour toutes les ascensions que j'ai fait depuis 1868, j'ai aussi calculé les hauteurs du ballon *toujours* d'après les tranches. J'ai publié avec tous les détails la description de cette méthode (qui ne diffère pas essentiellement de la proposition exposée dans cet annexe) dans mon ouvrage «L'Ascension aéronautique faite le $\frac{\text{20 Mai}}{\text{1er Juin}}$ 1873 à St. Pétersbourg» (Mémoires de la Société J. Russe de Géographie. 1882). M. Rykatchew.

ce que la formule employée n'est exacte que lorsque les extrêmes de ces éléments ne sont pas trop distants; l'autre qui provient de ce que les températures et humidités moyennes, calculées comme nous venons de le dire, diffèrent dans bien des cas de leur valeur exacte, telle qu'elles résulteront de l'intégration des courbes de température et d'humidité.

Il y a donc lieu de chercher quels sont les moyens d'opérer avec exactitude dans le cas qui nous occuppe; c'est-à-dire pour les observations faites en ballon au sein de l'atmosphère libre.

La cause d'erreur la plus saillante est celle qui provient du calcul inexact de la température moyenne de la couche d'air (les mêmes remarques s'appliquent à l'humidité bien que cet élément ait une influence beaucoup moindre).

L'hypothèse que la demie-somme des températures (ou des humidités) donne la température moyenne de la couche, se réalise rarement d'une façon complète. Il est nécessaire, dès que les hauteurs sont un peu considérables, de calculer la moyenne en groupant plusieurs déterminations de température et d'humidité faites en divers points de la couche, de façon à se rapprocher autant que possible des résultats d'une véritable intégration. Il est donc plus exact de n'opérer que sur des couches de faible hauteur, en quelque sorte par tranches successives. Pour des tranches qui n'ont que quelques centaines de mètres d'épaisseur, il suffit de prendre pour température et humidité la moyenne des deux extrêmes dans la couche; cette méthode qui a déjà été employée à plusieurs reprises*) conduit à des résultats d'une grande exactitude si l'on suppose l'air en équilibre. C'est-à-dire si le gradient vertical a une valeur nulle.

Pour donner toute la précision désirable aux calculs ainsi conduits, il sera nécessaire de prendre en considération que l'intensité de la pesanteur varie autrement à l'air libre que sur le sol et qu'ainsi les nombres trouvés par les formules ordinaires peuvent subir une légère correction.

---

*) J'ai proposé au comité météorologique international (réunion de Copenhague 1882) de prendre en considération les résultats fournis par la subdivision de l'atmosphère en tranches pour la réduction du baromètre au niveau de la mer — voir appendices de la réunion de Copenhague.

Il sera particulièrement nécessaire de se rappeler que dans les tables internationales on a admis que les pressions baromètriques étaient observées à l'aide de baromètres à mercure non corrigés de la gravité, tandisque dans les ascensions de ballon, les pressions sont presque toujours données par des anéroïdes.*)

La correction négative à appliquer de ce chef aux nombres des tables internationales atteint déjà pour des hauteurs de 6000 mètres une quinzaine de mètres.

Nous n'insisterons pas davantage sur cette question qui a été traitée en détail par Mr. Angot dans sont récent mémoire sur la formule baromètrique paru aux annales du bureau central météorologiques (tome 1er pour l'année 1896). Il nous suffira d'ajouter que pour les hauteurs qu'on déduit de l'observation des anéroïdes, on devra employer dans la formule la constante 18400 au lieu de 18428.

En procédant ainsi il restera malgré cela une petite incertitude provenant de ce que la décroissance de la pesanteur dans la verticale dans l'atmosphère tout à fait libre n'est pas exactement connue.**) Bien que la méthode dite des tranches mette à l'abri de l'erreur venant de ce que la formule de Laplace suppose que les valeurs des extrêmes dans la couche considérée ne sont pas très distantes ainsi que Mr. Angot l'a montré, il est très intéressant d'être renseigné sur l'étendue de l'erreur que l'on peut commettre en calculant la hauteur d'un point par la méthode ordinaire.

Pour cela nous ne saurions mieux faire que de reproduire ici l'exemple suivant:***)

---

*) Si pourtant les observations *fondamentales* ont été faites avec le baromètre à mercure (comme dans presque toutes les ascensions de Berlin citées dans la note, page 126) et les observations de pression à l'aide des anéroïdes n'ont été exécutées que d'une façon intermédiaire *et réduites* (à moyen des comparaisons faites en ballon) à celles du baromètre à mercure, cette restriction ne saurait s'appliquer et on doit considérer toutes les pressions d'une telle série d'observations comme faite uniformément avec le baromètre à mercure.

**) Voir sur la masse de l'atmosphère par Mr. Mascart (compte rendu de l'académie des sciences 1892, premier semestre, page 13).

***) Nous empruntons cet exemple au mémoire sur la formule barométrique par Mr. A. Angot, parue dans les annales du Bureau Central Météorologique de France. 1896. B. p. 159.

Dans l'ascension de ballon-sonde du 14 novembre 1896, on a relevé les nombres suivants:

Pression la plus basse 113 mm avec une température de — 53° 0; la station inférieure qui dans ce cas est la tour Eiffel. Pression 732 mm, température 6° 0. Tension de la vapeur d'eau 5,4 mm.

La hauteur calculée par la formule de Laplace serait de 14105 mètres et en tenant compte de la décroissance des éléments dans la verticale, on aurait obtenu 14037.

Si la variation de température et d'humidité au lieu de pouvoir être exprimée par une fonction linéaire de l'altitude, suivait une loi plus complexe, comme Mr. Mendelleif le supposait, la différence entre les résultats de la formule ordinaire et ceux de la formule où on tient compte de la loi de décroissance des éléments, serait bien plus considérable et atteindrait dans l'exemple précédent plus de 400 mètres. Mais nous le répétons en employant la méthode dite des tranches on a point à se préoccuper des corrections à faire subir aux résultats de la formule de Laplace.

On peut procéder de la manière suivante: Lorsqu'on a depouillé par points qui sont généralement peu distants, les courbes des éléments, température et pression (humidité pour le cas ou on aurait des indications valables de cet élément) ou qu'on possède des observations directes suffisamment rapprochées, on calcule la hauteur qui sépare chacun des points considerés.

L'altitude absolue d'un point quelconque est donnée par la somme de toutes les hauteurs élémentaires qui s'étendent de ce point au sol.

La distance qui sépare dans la verticale les points où sont déterminés les divers éléments — c'est à dire l'épaisseur de chacune des tranches considerées peut varier dans d'assez grandes limites, mais il faut avoir soin toutefois de partager l'atmosphère en autant de tranches qu'il y a d'inflexions dans la courbe de température et de ne faire aucune tranche qui dépasse environ 1500 mètres. De cette façon, on est assuré que la demie-somme des températures extrêmes de chaque tranche représente assez exactement la température moyenne de la couche d'air, la courbe des températures pouvant être considerée comme formée par une série de droites correspondant à des fonctions linéaires de l'alti-

tude. On est assuré d'ailleurs que dans ces limites les extrêmes ne seront pas assez distants pour influer sur l'incertitude de la formule barométrique.

Nous proposerons donc à la conférence d'adopter les résolutions suivantes:

1° Le calcul des hauteurs par le baromètre dans les ascensions de ballons ou de cerfs-volants doit être fait suivant une méthode uniforme.

2° La formule barométrique à employer est celles des tables internationales auxquelles on fera la correction nécessaire lorsque les pressions seront déterminées par les anéroïdes.

3° On devra partager la hauteur totale qu'on veut mesurer, dès que cette hauteur dépasse mille ou quinze cents mètres en plusieurs tranches successives en ayant soin de faire au moins une tranche nouvelle toutes les fois que la décroissance de température dans la verticale présente une variation. L'altitude absolue de chaque point sera ainsi donnée par la somme des hauteurs de chaque tranche.

4° On pourra, si on le juge convenable, tenir compte de la variation diurne de la température dans les tranches voisines du sol, mais seulement jusqu'à mille ou douze cents mètres. On devra dans ce cas expliquer en détail comment on a procédé pour cela, une méthode rigoureuse ne pouvant être encore recommandée *)

XXI.

Die barometrische Höhenformel in ihrer Anwendung auf Ballonbeobachtungen.

Bericht und Tabellen von **H. Hergesell,** Strassburg.

Die barometrische Höhenformel hat durch die Herausgabe der internationalen meteorologischen Tabellen eine feste Form erhalten; für alle Rechnungen sind die in dem angeführten Werke berechneten Tafeln als grundlegend anzusehen. Es kann jedoch keinem Zweifel unterliegen, dass in vielen Fällen die berechneten Tafeln zu umständlich oder auch für gewisse Zwecke schwer anwendbar sind. Der Versuch, für bestimmte Untersuchungen besondere Tafeln zu konstruiren, ist deswegen gerechtfertigt. Die zahlreichen wissenschaftlichen Ballonfahrten, die in den letzten Jahren stattgefunden

*) Tout cela est pris en considération dans mon ouvrage cité.
M. Rykatchew.

haben, haben nun nicht nur eine intensive Anwendung der barometrischen Höhenformel nothwendig gemacht, sondern auch eine ganz bestimmte Methode der Höhenberechnung entwickelt. Die Höhe des Ballons in jedem Zeitmoment wird wenigstens zur Zeit in Strassburg, Berlin und auch in St. Petersburg nicht durch alleinige Benutzung des dieser Höhe entsprechenden Barometerstandes ermittelt, sondern sämmtliche dazwischen liegende Barometerstände werden bei der Höhenberechnung mit benutzt, indem die Atmosphäre, den einzelnen Luftdruckbestimmungen entsprechend, in verschiedene Schichten zerlegt und die jeder Schicht zugehörige Einzelhöhe zur Ausrechnung kommt. Die Gesammthöhe wird dann als die Summe der so errechneten Einzelhöhen ermittelt.

Gegebenenfalls muss man wegen der zeitlichen Veränderung der meteorologischen Elemente in den unteren Schichten bei der Bildung der Summe leicht zu bestimmende Korrektionen anbringen.

Schon diese Methode der Höhenberechnung «nach Schichten» bringt es mit sich, dass die zur Zeit bestehenden Höhentafeln nicht mehr ausreichen. Sowohl bei bemannten Fahrten, noch häufiger bei Aufstiegen mit Registrirballons muss man die Höhe von Luftschichten ermitteln, deren Mitteltemperatur unter — 40° liegt. Weder die internationalen Tabellen, noch die sehr bequemen Höhentafeln von W. Jordan*) besitzen in Bezug auf die Temperatur eine derartige Ausdehnung. Gerade die letzteren, die sich wegen ihrer praktischen Anordnung ganz besonders empfehlen, reichen in der Luftdruckskala nur bis 270 mm, sodass sie auch aus diesem Grunde für die höheren Positionen von ballons-sondes unverwendbar werden.

Bei den internationalen Tabellen kommt ferner der Umstand hindernd zur Geltung, dass in der definitiven Formel der Luftdruck stets durch eine Quecksilbersäule, die nicht wegen der Schwereänderung mit der Höhe korrigirt ist, in Rechnung gesetzt wird. Bei den Ballonbeobachtungen kommen jedoch häufig Luftdruckwerthe zur Verwendung, die nur durch Aneroide bestimmt und deswegen von der Schwereänderung völlig unabhängig sind. Die Formel der internationalen Tabellen, die als Argument zwar Quecksilbersäulen, jedoch in ihrer Ausgestaltung bereits den Einfluss der Schwereänderung auf die Quecksilbersäulen enthält, ist des-

*) Die auf Seite 129 citirten Angot'schen Tabellen sind dem Verfasser auch nicht bekannt, weswegen

wegen ohne neue Korrektion nicht mehr auf Aneroidbeobachtungen anwendbar.

Die barometrische Höhenberechnung nach Schichten hat andererseits zur Folge, dass für jede Höhenlage die Luftdruckskala verhältnissmässig gering wird. Die Barometerbestimmungen im Ballon werden entweder registrirt oder folgen sehr dicht aufeinander, so dass Luftdruckdifferenzen von mehr als 100 mm selten zur Verwendung gelangen und Höhentafeln mit einer weit ausgedehnten Luftdruckskala eigentlich unnöthig machen. Aus allen diesen Gründen erscheint es nützlich, eine Tafel zu konstruiren, die nur mit streng vergleichbaren Luftdruckwerthen rechnet und in verhältnissmässig kompendiöser Form es gestattet, barometrische Höhenbestimmungen auch in den höchsten Luftschichten vorzunehmen. Ich beehre mich, die folgenden Höhentafeln, die im Strassburger meteorologischen Institut schon seit einiger Zeit gebraucht werden, der äronautischen Kommission zur Kenntnissnahme und eventuellen Benützung vorzulegen. Dieselben erfordern keine Logarithmentafeln, sondern nur eine Division zweier Luftdruckwerthe.

Die den internationalen Höhentafeln zu Grunde liegende Formel lautet mit einiger Abänderung der Bezeichnungen folgendermassen:

$$h = K\ (1 + 0.00367\ \vartheta)\ (1 + 0.378 \frac{\varphi}{p_m})$$
$$(1 + \frac{h_1 + h_2}{r})\ (1 + \beta\ \cos\ 2\ \lambda)\ \log \frac{P}{p}.$$

P und p sind die in dem unteren und oberen Niveau bestimmten Luftdruckwerthe, die im beliebigen, aber einheitlichen Maasse gemessen sein müssen. Liegt den Beobachtungen das Quecksilberbarometer zu Grunde, so sind demgemäss vor Benutzung der Formel alle Reduktionen, also auch die Korrektion, wegen der Schwereänderung mit der Höhe anzubringen.

Die Summanden in den runden Klammern sind sämmtlich kleine Grössen, deren Produkte und Potenzen vernachlässigt werden können.*) Wir erhalten demgemäss:

*) Die Produkte von 0.00367 ϑ und 100 $\frac{\varphi}{p_m}$ könnten in Betracht kommen, wenn ϑ sehr gross wird. Da dieser nur für negative Werthe von ϑ möglich ist, dann aber $\frac{\varphi}{p_m}$ ein sehr kleiner Bruch ist, so fallen auch in diesem Falle die in Rede stehenden Produkte sehr klein aus.

$$h = K\ (1 + 0.00367\ \vartheta + 0.378\ \frac{\varphi}{p_m} + \frac{h_1 + h_2}{r}$$
$$+ \beta\ \cos\ 2\ \lambda)\ \log \frac{P}{p}.$$

Für h_1 und h_2, die Seehöhen, in welchen die Luftdrucke P und p beobachtet wurden, können wir mit genügender Annäherung setzen:

$$h_1 = K \log \frac{762}{P},\ h_2 = K \log \frac{762}{p}.$$

$$\frac{h_1 + h_2}{r} \text{ wird demgemäss } = \frac{K}{r}\ \log\ \frac{762^2}{P \cdot p}$$

$$= \frac{2\ K}{r}\ \log\ \frac{762}{p_m}, \text{ wenn } \sqrt{P \cdot p} = p_m \text{ gesetzt wird.}$$

$$\text{Da } \frac{2\ K}{r} = \frac{2 \cdot 18\,400}{6\,370\,000} = \frac{1}{174} \text{ und } \beta = 0.00259 \text{ ist, so wird}$$

$$h = K\ (1 + 0.00367\ [\vartheta + 100\ \frac{\varphi}{p_m} + 1{,}5\ \log\ \frac{762}{p_m}$$
$$+ 0.7\ \cos\ \lambda)\ \log \frac{P}{p}.$$

Nennen wir $\vartheta_1 = 100\ \frac{\varphi}{p_m}$ die Temperaturkorrektion wegen der Luftfeuchtigkeit,

$\vartheta_2 = 1.5 \log \frac{762}{p_m}$ die Temperaturkorrektion wegen der Schwereänderung mit der Höhe,

$\vartheta_3 = 0.7\ \cos\ 2\ \lambda$ die Temperaturkorrektion der Schwereänderung mit der Breite,

und setzen wir $\Theta = \vartheta + \vartheta_1 + \vartheta_2 + \vartheta_3$,
so erhalten wir die einfache barometrische Höhenformel:

$$h = 18\,400\ (1 + 0.00367\ \Theta)\ \log \frac{P}{p}.$$

Für diese Formel sind die folgenden 5 Tabellen berechnet.

Die erste Tabelle gibt h_0 für $\Theta = o$. Das Argument dieser Tabelle ist der Bruch $\frac{P}{p}$. Ihre Ausdehnung ist für die Höhenberechnung nach Schichten mehr als genügend.

Die drei nächsten Tabellen geben ohne weitere Rechnung ϑ_1, ϑ_2, ϑ_3 und bestimmen Θ.

Tabelle 5 endlich gibt den Werth des Faktors $1 + 0.00367\ \Theta$ für Temperaturwerthe von $+ 20$ bis $-80°$, in der zweiten Zeile enthält sie die Abweichungen dieses Faktors von 1000.

Sie gibt, anders ausgedrückt, in dieser Reihe für jeden Temperaturgrad die Promille, um welche die Höhe h_0 zu korrigiren ist.

Für die Höhenbestimmung hat man nach dem Vorhergehenden nach Ermittlung von Θ den Bruch $\frac{P}{p}$ bis auf 4 Dezimalen zu bilden, was leicht durch Division oder mit Hülfe einer Produkttafel, beispielsweise der Crelle'schen, geschieht; dann h_0 in Tabelle I aufzusuchen und nach Tabelle V zu korrigiren.

Sind die Luftdruckwerthe durch das Quecksilberbarometer bestimmt, so sind die Quecksilbersäulen unter allen Umständen vor Anwendung der Tabellen noch wegen Aenderung der Schwere mit der Höhe zu korrigiren. Zur Ausführung dieser Reduktion dient die beigegebene kleine Hilfstabelle unter Tabelle I.

1. Beispiel:

Die Luftdruckwerthe sind durch Aneroidablesungen gewonnen, also nicht mehr wegen der Schwereänderung mit der Höhe zu korrigiren:

$P = 275$ $\quad \varphi = 0.1$ mm $\quad \vartheta = -43.4^0$ $\quad \lambda = 53^0$

$p = 263$

$\vartheta = -43.4$

$\frac{P}{p} = 1.0456$ $\quad \vartheta_1 = 0.0$

$\vartheta_2 = 0.7$

$h_0 = 356$ $\quad \vartheta_3 = -0.2$

$-\ 56$

$h = 300$ $\quad \Theta = -42.9$

$158^0/_{00} = -56$ m

2. Beispiel:

Die Luftdruckwerthe sind am Hg-Barometer bestimmt, also noch wegen der Schwereänderung mit der Höhe zu reduziren:

$P = 736$ mm $\quad \varphi = 7$ mm $\quad \vartheta = 8^0$ $\quad \lambda = 40^0$

$p = 644$ mm

korrigirt $P = 736$ mm $\quad \vartheta = 8{,}0^0$

(nach Tabelle 6) $p = 643.7$ $\quad \vartheta_1 = 1.0^0$

$\frac{P}{p} = 1.1434$ $\quad \vartheta_2 = 0.1^0$

$\vartheta_3 = 0.1^0$

$h^0 = 1071$ $\quad \Theta = 9.2^0$

36 $\quad 34^0/_{00} = 36$ m

$h = 1107$

Ohne Berücksichtigung der Schwerekorrektion würde sich als Höhe 1103 m ergeben haben.

Tabelle I.

$h = 18400 \log \frac{P}{p}$. Argument für die Tabelle: $\frac{P}{p}$.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.00	0	8	16	24	32	40	48	56	64	72
1.01	80	87	95	103	111	119	127	135	143	150
1.02	158	166	174	182	190	197	205	213	221	229
1.03	236	244	252	259	267	275	283	290	298	306
1.04	313	321	329	336	344	352	359	367	375	382
1.05	390	397	405	413	420	428	435	443	451	458
1.06	466	473	481	488	496	503	511	518	526	533
1.07	541	548	556	563	570	578	585	593	600	608
1.08	615	622	630	637	645	652	659	667	674	681
1.09	689	696	703	711	718	725	733	740	747	754
1.10	762	769	776	784	791	798	805	812	820	827
1.11	834	841	848	856	863	870	877	884	891	899
1.12	906	913	920	927	934	941	948	955	963	970
1.13	977	984	991	998	1005	1012	1019	1026	1033	1040
1.14	1047	1054	1061	1068	1075	1082	1089	1096	1103	1110
1.15	1117	1124	1131	1138	1145	1152	1158	1165	1172	1179
1.16	1186	1193	1200	1207	1214	1221	1227	1234	1241	1248
1.17	1255	1262	1268	1275	1282	1289	1296	1302	1309	1316
1.18	1323	1329	1336	1343	1350	1357	1363	1370	1377	1383
1.19	1390	1397	1404	1410	1417	1424	1430	1437	1444	1450
1.20	1457	1464	1470	1477	1484	1490	1497	1504	1510	1517
1.21	1523	1530	1536	1543	1550	1556	1563	1569	1576	1582
1.22	1589	1596	1602	1609	1615	1622	1628	1635	1641	1648
1.23	1654	1661	1667	1674	1680	1687	1693	1700	1706	1713
1.24	1719	1725	1732	1738	1745	1751	1758	1764	1770	1777
1.25	1783	1790	1796	1802	1809	1815	1821	1828	1834	1840

—	8
1	0.8
2	1.6
3	2.4
4	3.2
5	4.0
6	4.8
7	5.6
8	6.4
9	7.2

—	7
1	0.7
2	1.4
3	2.1
4	2.8
5	3.5
6	4.2
7	4.9
8	5.6
9	6.3

—	6
1	0.6
2	1.2
3	1.8
4	2.4
5	3.0
6	3.6
7	4.2
8	4.8
9	5.4

Hülfstafel.*

Schwerekorrektion wegen der Höhe als Funktion des Luftdrucks (stets negativ) (nur an den durch das Quecksilberbarometer bestimmten Luftdruckwerthen anzubringen).

mm	750	700	650	600	550	500	450	400	350	300	250	200	150	100	50
mm	0.03	0.15	0.26	0.36	0.45	0.53	0.60	0.65	0.68	0.71	0.70	0.67	0.61	0.51	0.34

* Die Korrektion ist nach der Formel $\Delta p = -0.006\, p \log \frac{762}{p}$ berechnet [illegible] Genauigkeit für die Zwecke der Höhentafel völlig genügend ist.

Tabelle II.

$\vartheta_1 = 100 \frac{\varphi}{p_m}$ Temperaturkorrektion wegen der Luftfeuchtigkeit (stets positiv).

φ	750	700	650	600	550	500	450	400	350	300	250	200	150	100
1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.40	0.5	0.7	1.0
2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.3	2.0
3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.5	2.0	3.0
4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.3	1.6	2.0	2.7	4.0
5	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1	1.3	1.4	1.7	2.0	2.5	3.3	5.0
6	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.7	2.0	2.4	3.0	4.0	6.0
7	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	2.3	2.8	3.5	4.7	7.0
8	1.1	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.3	2.7	3.2	4.0	5.3	8.0
9	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.8	2.0	2.3	2.6	3.0	3.6	4.5	6.0	9.0
10	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	2.0	2.2	2.5	2.9	3.3	4.0	5.0	6.7	10.0

Tabelle III.

Temperaturkorrektion wegen der Schwerebeschleunigung.

$\vartheta_2 = 1.5 \log \frac{762}{p_m}$ (stets positiv).

p_m	ε in Celsiusgraden	p_m	ε in Celsiusgraden	p_m	ε in Celsiusgraden
750	0.0	500	0.3	250	0.7
700	0.1	450	0.3	200	0.9
650	0.1	400	0.4	150	1.1
600	0.2	350	0.5	100	1.3
550	0.2	300	0.6	50	1.8

Tabelle IV.

ϑ_3 = Temperaturkorrektion wegen der Breite.

Breite: 0	+ 0.7	Breite: 45	— 0.0
5	+ 0.7	50	— 0.1
10	+ 0.7	55	— 0.2
15	+ 0.6	60	— 0.4
20	+ 0.5	65	— 0.5
25	+ 0.4	70	— 0.5
30	+ 0.4	75	— 0.6
35	+ 0.2	80	— 0.7
40	+ 0.1	85	— 0.7
45	+ 0.0	90	— 0.7

Tabelle V.

$1 + 0.00367\ \Theta$.

	$1+\alpha\Theta$	‰		$1+\alpha\Theta$	‰		$1+\alpha\Theta$	‰		$1+\alpha\Theta$	‰
20°	1.073	73									
19°	1.070	70	— 5°	0.982	— 18	— 30°	0.890	— 110	— 55°	0.798	— 202
18°	1.066	66	— 6°	0.978	— 22	— 31°	0.886	— 114	— 56°	0.795	— 205
17°	1.062	62	— 7°	0.974	— 26	— 32°	0.883	— 117	— 57°	0.791	— 209
16°	1.059	59	— 8°	0.971	— 29	— 33°	0.879	— 121	— 58°	0.787	— 213
15°	1.055	55	— 9°	0.967	— 33	— 34°	0.875	— 125	— 59°	0.784	— 216
14°	1.051	51	— 10°	0.963	— 37	— 35°	0.872	— 128	— 60°	0.780	— 220
13°	1.048	48	— 11°	0.960	— 40	— 36°	0.868	— 132	— 61°	0.776	— 224
12°	1.044	44	— 12°	0.956	— 44	— 37°	0.864	— 136	— 62°	0.773	— 227
11°	1.040	40	— 13°	0.952	— 48	— 38°	0.861	— 139	— 63°	0.769	— 231
10°	1.037	37	— 14°	0.949	— 51	— 39°	0.857	— 143	— 64°	0.765	— 235
9°	1.033	33	— 15°	0.945	— 55	— 40°	0.853	— 147	— 65°	0.762	— 238
8°	1.029	29	— 16°	0.941	— 59	— 41°	0.850	— 150	— 66°	0.758	— 242
7°	1.026	26	— 17°	0.938	— 62	— 42°	0.846	— 154	— 67°	0.754	— 246
6°	1.022	22	— 18°	0.934	— 66	— 43°	0.842	— 158	— 68°	0.751	— 249
5°	1.018	18	— 19°	0.930	— 70	— 44°	0.839	— 161	— 69°	0.747	— 253
4°	1.014	14	— 20°	0.927	— 73	— 45°	0.835	— 165	— 70°	0.743	— 257
3°	1.011	11	— 21°	0.923	— 77	— 46°	0.831	— 169	— 71°	0.740	— 260
2°	1.007	7	— 22°	0.920	— 80	— 47°	0.828	— 172	— 72°	0.736	— 264
1°	1.003	3	— 23°	0.916	— 84	— 48°	0.824	— 176	— 73°	0.732	— 268
0°	1.000	0	— 24°	0.912	— 88	— 49°	0.820	— 180	— 74°	0.729	— 271
0°	1.000	0	— 25°	0.908	— 92	— 50°	0.817	— 183	— 75°	0.725	— 275
— 1°	0.996	— 4	— 26°	0.905	— 95	— 51°	0.813	— 187	— 76°	0.721	— 279
— 2°	0.993	— 7	— 27°	0.901	— 99	— 52°	0.809	— 191	— 77°	0.718	— 282
— 3°	0.989	— 11	— 28°	0.897	— 103	— 53°	0.806	— 194	— 78°	0.714	— 286
— 4°	0.985	— 14	— 29°	0.894	— 106	— 54°	0.802	— 198	— 79°	0.710	— 290
									— 80°	0.707	— 293

LIBRARY OF CONGRESS
0 013 514 160 4